

I. Кинематика	1
II. Динамика	7
III. Законы сохранения	11
IV. Статика и гидроаэромеханика	16
V. Молекулярно - кинетическая теория и газовые законы	20
VI. Основы термодинамики	29
VII. Электростатика	35
VIII. Электрический ток	43
IX. Итоговые домашние задания	52

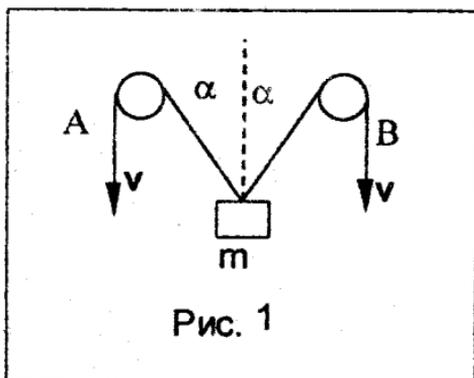
I. Кинематика

Равномерное движение

1. Противотанковое орудие стреляет прямой наводкой по танку. Разрыв снаряда замечен на батарее через время 0,6 с, а звук от разрыва услышан через 2,1 с после выстрела. На каком расстоянии от батареи находился танк, с какой горизонтальной скоростью летел снаряд? Скорости звука 340 м/с, света 3×10^8 м/с.
2. Поезд длиной 100 м, движущийся со скоростью 72 км/ч, въезжает в тоннель длиной 300 м. За какое время поезд проедет тоннель?
3. По дорожкам образующим прямой угол движутся два автомобиля со скоростями 36 км/ч и 72 км/ч. На каком расстоянии друг от друга, после встречи у перекрестка, будут находиться автомобили через 10 мин движения?
4. Велосипедист и мотоциклист, расстояние между которыми в начальный момент времени равно 50 км, двигаются по прямой в разные стороны. Через полчаса расстояние между ними удвоилось. С какими скоростями они двигались, если каждый километр мотоциклист проходит в 4 раза быстрее велосипедиста.
5. Самолет летит из города А в город Б и возвращается назад. Определить отношение средних скоростей самолета, если ветер дует одинаково в течении всего полета (туда и обратно)
 - а) вдоль линии АБ
 - б) перпендикулярно линии АБ.
6. Пешеход шел 1 час со скоростью 4 км/ч. Затем 0,5 ч он ехал на автобусе. Найти скорость автобуса, если средняя скорость движения 16 км/ч.
7. Автомобиль проехал первую часть пути - 50 км со скоростью 50 км/ч, а вторую часть - 60 км за 40 мин. Найти среднюю скорость автомобиля на всем пути.
8. Автомобиль проехал первую половину пути со скоростью в 2 раза большей, чем вторую. Средняя скорость на всем пути составила 40 км/ч. Найти скорости автомобиля на первой и второй половинах пути.

9. Капли дождя у неподвижного трамвая образуют на стекле полосы, направленные под углом 60° к горизонту. Когда трамвай движется со скоростью 18 км/ч капли оставляют вертикальные полосы. Найти скорость капель в безветренную погоду и скорость ветра.
10. Когда два тела движутся равномерно навстречу друг другу, то расстояние между ними уменьшается на 16 м за каждые 10 с . Если тела с прежними по величине скоростями будут двигаться в одном направлении, то расстояние между ними будет увеличиваться на 3 м за каждые 5 с . Каковы скорости каждого тела.
11. Моторная лодка плывет по реке из одного пункта в другой и обратно. Во сколько раз время движения лодки против течения больше времени движения по течению, если скорость лодки в стоячей воде 10 м/с , а скорость течения реки 2 м/с ?
12. Определить время подъема пассажира неподвижно стоящего на эскалаторе, если известно, что при одинаковой скорости, относительно ступеней, по неподвижному эскалатору он поднялся за 120 с , а по движущемуся за 30 с .
13. Катер идет по течению реки из пункта А в пункт В, расстояние между которыми 120 км , 3 часа, обратно 6 часов. Найти время движения плота из А в В.
14. Как надо направить лодку, относительно берега, чтобы она прошла от одного берега к другому по прямой перпендикулярно берегу, если скорость лодки относительно воды v и скорость течения реки u ?
15. Ширина реки 250 м , скорость течения 2 км/ч . Пловец проплывает реку перпендикулярно берегу за 15 мин . Найти скорость пловца по течению реки.
16. Пароход прошел по течению реки 10 км и против течения реки 8 км . Найти скорость теплохода относительно воды, если на весь путь он затратил 3 ч , а скорость течения реки 3 км/ч .
17. Два поезда движутся навстречу друг другу со скоростями 36 км/ч и 54 км/ч . Пассажир в первом поезде замечает, что второй проходит мимо него за время 6 с . Найти длину второго поезда.
18. Два самолета движутся на параллельных курсах с одинаковой по модулю скоростью 600 км/ч . Один взлетает под углом 30° к горизонту, другой садится под углом 60° к горизонту. Найти их относительную скорость.

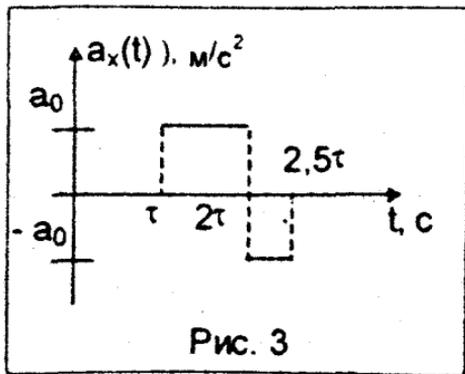
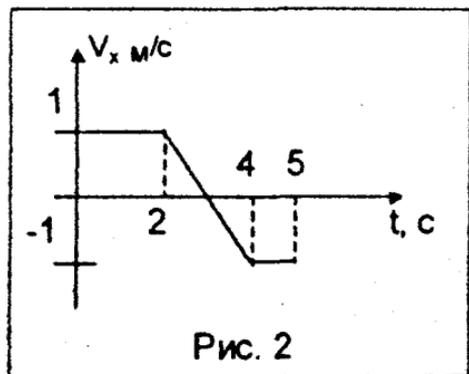
19. Стержень длины L опирается концами о пол и стену. Найти зависимость координат конца стержня В, опирающегося в стену, от времени при движении другого конца А с постоянной скоростью v от стены вдоль пола, если первоначально конец А имел координату x_0 .
20. Рыбак, стоящий на берегу, тянет лодку с помощью каната, составляющего в некоторый момент с поверхностью воды угол 30° . Скорость движения каната 0.3 м/с. Найдите модуль скорости лодки в данный момент времени.
21. Груз массой m поднимается при помощи двух неподвижных блоков как показано на рисунке 1. Скорости точек А и В равны v и направлены вниз. Найдите скорость груза в момент времени, когда угол между нитями равен 2α . Нити нерастяжимы.



Равнопеременное движение

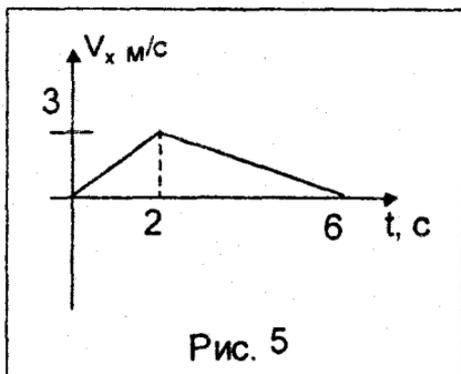
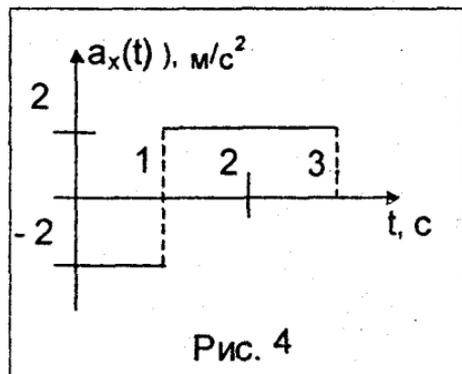
22. За время 2 с, тело прошло путь 10 м, причем скорость увеличилась в 3 раза. Определить ускорение тела.
23. Поезд движется равноускоренно. Найти скорость в середине некоторого отрезка пути, если скорость поезда в начале этого отрезка 10 м/с, а в конце 20 м/с.
24. От равномерно движущегося поезда отцепился вагон. Скорость поезда считать постоянной, движение вагона равнозамедленным. Определить отношение путей, пройденных поездом и вагоном за время от их расцепки до остановки вагона.
25. Провожающий, находящийся рядом с отъезжающим, сразу после начала движения поезда побежал вдоль него с постоянной скоростью 10 км/ч. Найти скорость поезда, когда провожающий поравняется с уезжающим. Движение поезда считать равноускоренным.

26. Уклон расстоянием 100 м лыжник прошел за 20 с двигаясь с ускорением $0,3 \text{ м/с}^2$. Найти скорость лыжника в конце пути.
27. Тело прошло за первые 5 с движения путь 100 м, а за вторые 5 с движения путь 50 м. Найти ускорение тела, начальную скорость и путь, пройденный телом за пятую секунду.
28. Машинист локомотива включил тормоз и за время 10 с скорость поезда уменьшилась на 10 м/с. При этом поезд прошел путь 150 м. Найти ускорение поезда, среднюю скорость поезда за первые 5 с торможения, начальную и конечную скорости локомотива на данном участке.
29. Человек стоит на перроне у начала головного вагона поезда. Поезд трогается с места и движется равноускоренно. Первый вагон, длина которого 20 м, проходит мимо человека за 10 с. Найти ускорение поезда, скорость поезда через 20 с после начала движения, время за которое мимо человека пройдет пятый вагон.
30. Велосипедист, двигаясь прямолинейно со скоростью 10 м/с, начал тормозить. Ускорение при торможении постоянно и равно 2 м/с^2 . Какой путь проедет велосипедист спустя 8 с после начала торможения.
31. Дан график изменения проекции скорости движущегося тела (рис. 2). Построить графики изменения координаты тела и пройденного пути. Начальная координата тела $x(0)=1 \text{ м}$.
32. Дан график изменения проекции ускорения движущегося тела (рис. 3). Построить график зависимости проекции скорости тела. Проекция начальной скорости $v_x(0)=v_0$.



33. Дан график изменения проекции ускорения движущегося тела (рис. 4). Найти проекцию скорости тела, координату тела и путь пройденный телом к моменту времени $t=3$ с. Начальная координата тела $x(0)=2$ м, проекция начальной скорости $v_x(0)=2$ м/с.

34. Дан график изменения проекции скорости движущегося тела (рис. 5). Найти конечную координату тела и среднюю скорость движения. Начальная координата тела $x(0)=2$ м.



35. С высоты 245 м на землю свободно падает тело. Найти время падения, скорость тела у поверхности земли и среднюю скорость тела за последние три секунды падения.

36. Свободно падающее тело за последнюю секунду пролетело половину всего пути. Найти время полета и высоту, с которой упало тело.

37. Тело свободно падает с высоты 80 м. Найти путь пройденный телом за последнюю секунду падения.

38. Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью 21 м/с. Определить время между моментами прохождения телом половины максимальной высоты.

39. Какова максимальная высота, на которую поднимается камень, брошенный вертикально вверх, если через 1,5 с его скорость уменьшилась вдвое?

40. Вертолет поднимается вертикально вверх со скоростью 2 м/с. На высоте 100 м от колеса вертолета отлетел кусок грязи без

начальной скорости относительно вертолета. Найти время падения грязи.

41. Аэростат начинает подниматься с поверхности земли вертикально вверх с ускорением 2 м/с^2 . Через 6 с от начала движения из него выпадает предмет. Найти время падения предмета на землю.
42. Тело брошено с начальной скоростью 10 м/с , направленной под углом 60° к горизонту. Найти время, за которое тело достигнет половины максимальной высоты.
43. Высота подъема тела, брошенного под углом к горизонту, равна дальности полета. Найти градусную меру угла, под которым брошено тело.
44. Мальчик ростом $1,5 \text{ м}$, стоя на расстоянии 15 м от забора высотой 5 м , бросает камень под углом 45° к горизонту. С какой минимальной скоростью надо бросить камень, чтобы он перелетел через забор?
45. Под каким углом был брошен камень, если известно, что максимальная высота подъема равна $1/4$ части дальности полета?
46. С башни высотой 25 м горизонтально брошен камень со скоростью 10 м/с . На каком расстоянии от основания башни он упадет на Землю?
47. Футболист, находящийся в зале с высотой потолка H , бьет по мячу так, что мяч получает начальную скорость v_0 под углом α к полу и ударяется о потолок. Найти время полета мяча до потолка.
48. Мяч бросают вниз из окна, находящегося на высоте H от поверхности Земли, со скоростью v_0 под углом α к горизонту (вниз). Найти время полета мяча до удара о Землю.
49. С какой скоростью должен вылететь из пушки снаряд под углом β к горизонту, если он поражает ракету, стартующую вертикально вверх одновременно с выстрелом на расстоянии L с ускорением a .

Равномерное движение по окружности

50. Стержень длиной 50 см вращается с частотой 30 об/мин . Ось вращения перпендикулярна оси стержня и проходит через точку, принадлежащую ему. Один конец стержня движется с

- линейной скоростью 60 см/с. Найти скорость другого конца стержня.
51. Широта Санкт-Петербурга 60° северной широты. Найти центростремительное ускорение точки при суточном вращении Земли.
 52. Длина минутной стрелки часов на Спасской башне 3,47 м. Найти центростремительное ускорение конца стрелки.
 53. Материальная точка начинает двигаться без начальной скорости по окружности радиуса 36 см с постоянным тангенциальным ускорением 1 м/с^2 . Через сколько времени после начала движения модуль центростремительного ускорения станет равным тангенциальному?
 54. Найдите радиус вращающегося колеса, если известно, что линейная скорость точки, лежащей на ободе, в 2,5 раза больше линейной скорости точки, лежащей на 0,1 м ближе к оси колеса.
 55. Стержень длиной 50 см вращается с угловой скоростью 30 об/мин вокруг перпендикулярной к нему оси пересекающей линию стержня, при этом один его конец движется с линейной скоростью 57 см/с. Найдите линейную скорость другого конца стержня.

II. Динамика

Одно тело

56. Найти равнодействующую двух сил, образующих угол 60° между собой, если каждая сила равна 600 Н.
57. Тело массой 1 кг движется по горизонтальной поверхности равномерно под действием горизонтальной силы 5 Н. С каким ускорением будет двигаться тело, если силу направить под углом 30° к горизонту?
58. Тело массой m лежит на горизонтальном столе. На тело начинает действовать горизонтальная сила F , модуль которой линейно зависит от времени $F = c \cdot t$, где $c = \text{const}$. Построить график зависимости модуля силы трения от времени, если коэффициент трения $-\mu$.
59. Парашютист массой 80 кг спускается на парашюте с постоянной скоростью 5 м/с. Какой будет установившаяся скорость, если на

том же парашюте будет спускаться мальчик массой 40 кг? Считать, что сила сопротивления воздуха пропорциональна квадрату скорости.

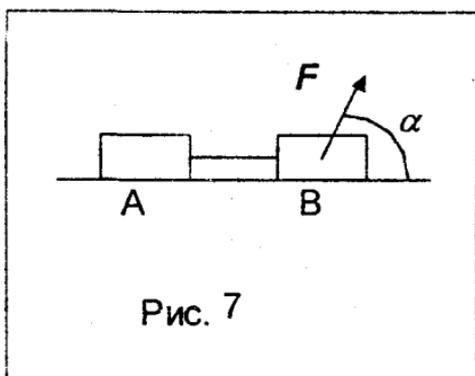
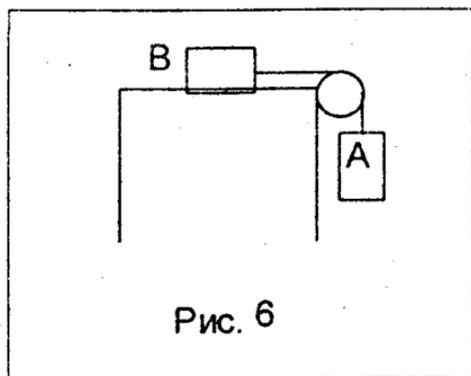
60. Тело массой 40 г, брошенное вертикально вверх со скоростью 30 м/с достигло верхней точки подъема спустя 2,5 с. Найти силу сопротивления воздуха действующей на тело во время полета, считая ее постоянной.
61. Стальной магнит массой m прилип к вертикально расположенной стальной плите. Для равномерного скольжения магнита вниз прикладывают силу F . Какую силу необходимо приложить, чтобы перемещать магнит равномерно вверх?
62. Магнит массой 5 кг движется по вертикальной железной стенке, к которой он притягивается с силой 5 Н. К магниту приложена прижимающая сила 20 Н, вектор действия которой составляет угол 30° со стенкой и направлен вверх. Коэффициент трения между магнитом и стенкой 0,2. Определите ускорение магнита?
63. За какое время тело съедет с высоты H по наклонной плоскости с углом наклона α , если по наклонной плоскости с углом наклона β , тело съезжает равномерно.
64. Угол наклона плоскости α меняется от 0° до 90° . На плоскости находится тело массой m . Коэффициент трения равен μ . Найти силу трения и построить график зависимости силы трения от угла α .
65. У основания наклонной плоскости с углом наклона 30° брусок имеет скорость 5 м/с направленную вверх по наклонной плоскости. На какую максимальную высоту поднимется брусок, если коэффициент трения 0,7?
66. Автомобиль с работающим двигателем въезжает на обледенелую гору, образующую угол 30° с горизонтом. На какую высоту поднимется автомобиль, если его скорость у основания горы 108 км/ч, а коэффициент трения 0,05?

Связанные тела

67. Два тела массами 50 г и 100 г соответственно, находятся на гладкой, горизонтальной поверхности и связаны легкой нерастяжимой нитью, выдерживающей нагрузку 5 Н. Найти

максимальную горизонтальную силу, приложенную к первому телу, при которой нить не оборвется.

68. Два бруска с массами M висят на идеальной нити перекинутой через идеальный неподвижный блок. На одном из брусков находится гирька массой m . Найти силу натяжения подвеса блока и силу взаимодействия гирьки и бруска.
69. Тела А и В с массами 1 кг и 2 кг соответственно связаны нитью, перекинутой через идеальный блок (рис. 6). Коэффициент трения груза В о стол равен 0,2. Найти ускорения грузов и силу натяжения нити.
70. Тела А и В с массами 1 кг и 2 кг соответственно связаны нитью и находятся на горизонтальном столе. К телу В приложена внешняя сила F , направленная под углом $\alpha=60^\circ$ к горизонту (рис. 7). Найти величину внешней силы, если тела движутся с ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$. Коэффициент трения между телами и плоскостью 0,2.



71. Два груза с массами 20 кг и 10 кг связаны между собой тросом, масса которого равна 10 кг. Грузы движутся ускоренно вверх под действием вертикальной силы равной 600 Н и приложенной к верхнему грузу с массой 20 кг. Найдите натяжение в верхнем конце, в середине и нижнем конце троса.
72. На гладком горизонтальном столе лежит брусок массой 2 кг, на котором находится брусок массой 1 кг. Оба бруска соединены легкой нитью, перекинутой через невесомый блок, прикрепленный к стене. Какую силу нужно приложить к нижнему бруску, чтобы он начал двигаться от блока с постоянным ускорением 5 м/с^2 . Коэффициент трения между брусками равен 0,5. Трением между нижним бруском и столом пренебречь.

73. Через неподвижный блок перекинута идеальная веревка. На одном конце веревки висит груз массой 25 кг, а за другой ухватилась обезьяна и карабкается вверх. С каким ускорением поднимается обезьяна массой 20 кг, если груз находится все время на одной высоте?

Неинерциальные системы отсчета

74. К нити подвешена гиря массой 1 кг. Определить величину силы натяжения нити, если система поднимается вверх с ускорением 4 м/с^2 .

75. С какой максимальной скоростью v может ехать без заноса мотоциклист по горизонтальной дуге радиусом 50 м, если коэффициент трения резины о дорожное покрытие 0,2?

76. На горизонтальном вращающемся диске на расстоянии R от оси вращения лежит груз. При какой угловой скорости вращения диска груз начнет скользить по нему? Коэффициент трения между грузом и диском μ .

77. С какой минимальной частотой нужно вращать ведро в вертикальной плоскости, чтобы из него не выливалась вода? Расстояние от поверхности воды до центра вращения 50 см.

78. Самолет выполняет мертвую петлю радиусом 500 м со скоростью 360 км/час. Найти силу, с которой летчик массой 60 кг давит на сиденье в верхней точке петли.

79. Стержень длиной 1 м закреплен жестко на вертикальной оси под углом 30° к ней и вращается вместе с осью с угловой скоростью 10 рад/с. К нижнему концу стержня прикреплен шарик массой 1 кг. Найдите силу, с которой стержень действует на шарик.

80. Шарик массой m , подвешенный на нити длиной L , приведен во вращательное движение в горизонтальной плоскости. Какова должна быть прочность нити, чтобы радиус окружности, по которой движется шарик, мог достигнуть размера R ?

81. Чаша в форме полусферы радиусом 0,8 м вращается с постоянной угловой скоростью в вокруг вертикальной оси. Вместе с чашей вращается шарик, лежащий на ее внутренней поверхности. Расстояние от шарика до нижней точки чаши равно ее радиусу. Определите угловую скорость вращения чаши.

82. По гладкой горизонтальной штанге, вращающейся вокруг вертикальной оси с угловой скоростью ω , может скользить муфта массы m . Пружина жесткости k одним концом закреплена на оси, а другим - на муфте. Найдите установившуюся длину пружины l , если длина недеформированной пружины l_0 .
83. Резиновый шнур, концы которого соединены, свободно насажен на конус, вращающийся вокруг вертикальной оси с угловой скоростью 20 об/с. Принимая форму шнура за окружность, определите силу натяжения шнура. Масса шнура 15 г, длина 60 см.
84. Ракета, пущенная вертикально вверх, поднялась на высоту 3200 км и начала падать. Какой путь пролетит ракета за первую секунду своего падения? Радиус Земли принять равным 6400 км.
85. Отношение периодов обращения двух спутников равно 2. Каково отношение радиусов их орбит?

III. Законы сохранения

Импульс

86. Камень массой 50 г ударился о стену, двигаясь перпендикулярно к поверхности стены со скоростью 4 м/с, и отскочил от нее. Определить импульс, полученный стеной, если удар абсолютно упругий.
87. На две частицы - одну массой m , летящую со скоростью v , другую массой $2m$, летящую со скоростью $2v$ перпендикулярно к траектории первой, в течение некоторого времени действуют одинаковые по модулю и направлению силы. К моменту прекращения действия сил первая частица начинает двигаться в обратном направлении со скоростью $2v$. С какой скоростью будет двигаться при этом вторая частица?
88. Снаряд разорвался в верхней точке траектории на высоте H на две равные части. Скорость снаряда в момент взрыва равна v . Один осколок упал на землю под местом взрыва через время t . Найдите направление и модуль скорости второго осколка.
89. Пушка массой M , стоящая на гладкой горизонтальной поверхности стреляет под углом α к горизонту. Масса снаряда

равна m , а его начальная скорость v_0 . Какую скорость приобретает пушка после выстрела?

90. Рыбак массой m переходит с кормы на нос лодки массой M . Найдите смещение лодки x , если длина лодки L . Сопротивлением воды пренебречь.

Механическая энергия

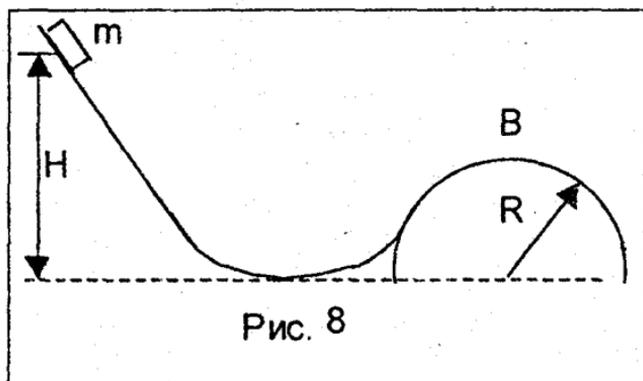
91. Тонкий обруч массой m и радиусом R вращается равномерно относительно оси, перпендикулярной его плоскости и проходящий через его центр. Найдите кинетическую энергию обруча, если период его вращения равен T .
92. Пуля массой 10 г, выпущенная под углом 60° к горизонту, в верхней точке траектории имеет кинетическую энергию 800 Дж. Найдите начальную скорость пули. Сопротивлением воздуха пренебречь.
93. Маятник длиной 2 м подвешен к стенке и качается так, что угол максимального отклонения от вертикали составляет 30° . В момент прохождения положения равновесия нить зацепилась за гвоздь, вбитый на середине ее длины. Чему равен угол максимального отклонения от вертикали укороченного маятника?
94. На концах и в середине невесомого стержня длиной L расположены одинаковые шарики. Стержень ставят вертикально и отпускают. Считая, что трение между плоскостью и нижним шариком отсутствует, найдите скорость верхнего шарика в момент удара о горизонтальную поверхность.
95. Тело подвешено на нити длиной 0,5 м. Найдите скорость, которую должно иметь тело в нижней точке, для того, чтобы совершить полный оборот по окружности.
96. Шарик массой m подвешен на невесомой и нерастяжимой нити, выдерживающей силу натяжения $T=2mg$. На какой минимальный угол и от вертикали нужно отклонить шарик, чтобы он оборвал нить, проходя через положение равновесия?
97. Вертикально висящая недеформированная пружина обладает жесткостью 10 Н/см. К нижнему концу пружины подвесили груз массой 3 кг и отпустили без начальной скорости. На сколько опустится груз, если масса пружины ничтожно мала?

98. Небольшое тело соскальзывает без начальной скорости с вершины гладкой полусферы радиуса R . На какой высоте тело оторвется от поверхности полусферы?
99. Небольшое тело соскальзывает по гладкому наклонному желобу, переходящему в "мертвую петлю" с высоты $H=2R$, где R - радиус петли. На какой высоте тело оторвется от поверхности петли? С какой минимальной высоты должно скатываться тело, чтобы отрыва не произошло?
100. Шнурок массой и длиной L перекинут через гвоздь в стене так что оба его конца находятся на одной высоте. Равновесие нарушается и шнурок начинает без трения скользить по гвоздю. Какую скорость будет иметь шнурок в момент отрыва от гвоздя?

Механическая работа

101. Тело массой 100 г, брошенное вертикально вверх с начальной скоростью 15 м/с, достигло максимальной высоты 15 м. Определите работу сил сопротивления воздуха на этом участке.
102. Тело массой 2 кг соскальзывает с наклонной плоскости с высоты 1,5 м. Плоскость наклонена под углом 30° к горизонту. Коэффициент трения между телом и плоскостью 0,1. Определите работу силы трения при движении тела по наклонной плоскости.
103. Тело массой 20 кг брошено с высоты 250 м вертикально вниз со скоростью 20 м/с. Найти среднюю силу сопротивления грунта если тело погрузилось на глубину 20 см.
104. Орудие, масса ствола которого 400 кг, стреляет в горизонтальном направлении. Масса снаряда 8 кг, его начальная скорость 10^3 м/с. При выстреле ствол откатывается на 50 см. Определите среднее значение силы торможения, развивающейся в противооткатном устройстве орудия.
105. Пружину динамометра растянули на величину 1 см. Динамометр показал силу 20 Н. Какую при этом совершили работу?
106. Для растяжения пружины на 2 см надо совершить работу 60 Дж. Какую работу надо совершить, чтобы растянуть пружину еще на 2 см?
107. Тело массой 2 кг соскальзывает с горки высотой 4,5 м по наклонной поверхности, плавно переходящей в цилиндрическую

поверхность радиусом 2 м (рис. 8). Определите силу давления тела на цилиндрическую поверхность в верхней ее точке В, если работа сил трения при движении тела до этой точки 40 Дж.



108. Какую работу нужно совершить, чтобы только сдвинуть с места брусок массой 1 кг, лежащий на шероховатой поверхности, растягивая в горизонтальном направлении невесомую пружину, прикрепленную к нему. Коэффициент трения между бруском и поверхностью 0,8, а жесткость пружины равна 40 Н/м.
109. Определите минимальную работу, которую необходимо совершить, чтобы поднять землю на поверхность при рытье колодца, если его глубина H , а поперечное сечение S . Плотность земли ρ . Земля рассыпается тонким слоем по поверхности земли.
110. Какую минимальную работу надо совершить, чтобы лежащий на палубе канат длиной 2 м поднять за один из его концов на высоту, равную длине каната? Масса каната 2 кг.
111. Автомобиль массой 2 т, мощность мотора которого 40 кВт, трогается с места и движется равноускоренно. Определите время, по истечении которого автомобиль приобретет скорость 60 км/ч.
112. Участок шоссе представляет собой наклонную плоскость. Спускаясь под уклон с выключенным двигателем, автомобиль движется равномерно со скоростью 15 м/с. Какова должна быть мощность двигателя, чтобы автомобиль мог подниматься на этот подъем равномерно с той же скоростью? Масса автомобиля 1 т; тангенс угла наклона шоссе 0,05; сопротивлением воздуха пренебречь.

113. Человек, стоя на коньках, бросил горизонтально тело массой 5 кг, откатившись при этом на 2 м. Масса человека 50 кг. Коэффициент трения коньков о лед 0,04. Определите скорость, с которой было брошено тело.

114. Преграда массой 10 кг, имеющая цилиндрическую поверхность с радиусом 0,2 м, расположена на горизонтальной плоскости (рис. 9). Тело массой 1 кг с начальной горизонтальной скоростью 3 м/с скользит и поднимается по цилиндрической поверхности. Определите скорость тела на высоте, равной радиусу (в точке А). Трением пренебречь.

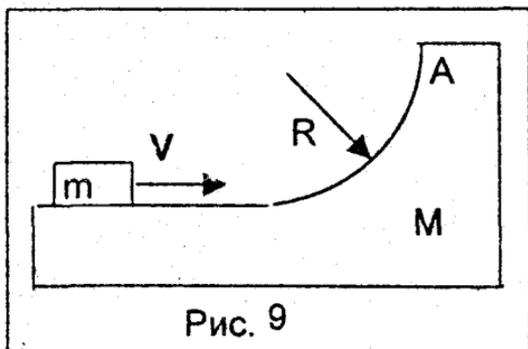


Рис. 9

115. Две частицы с массами m и $2m$, имеющие импульсы P и $P/2$, движутся по взаимно перпендикулярным направлениям. После соударения частицы обмениваются импульсами. Определите потерю механической энергии при соударении.

116. Два тела массой 4 кг и 6 кг движутся навстречу друг другу с относительной скоростью 10 м/с. Найдите количество теплоты, выделившейся при абсолютно неупругом соударении этих тел.

117. Стальная пуля массой m , имеющая скорость v_0 , пробивает подвешенный на тонкой нити свинцовый шар массой M , в результате чего скорость пули уменьшается вдвое. Какая часть кинетической энергии пули перешла в теплоту?

118. Пуля летит с некоторой начальной скоростью. Она пробивает доску толщиной 3,6 см и продолжает полет со скоростью, составляющей 0,8 начальной. Какой максимальной толщины доску она может пробить?

119. Клин массой M находится на абсолютно гладкой горизонтальной поверхности. Наклонная грань клина имеет плавный переход к горизонтальной поверхности. Брусок массой m первоначально находился на клине на высоте H . Брусок

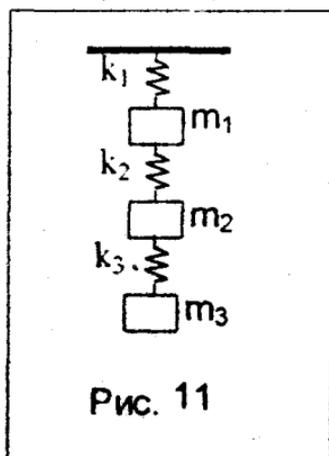
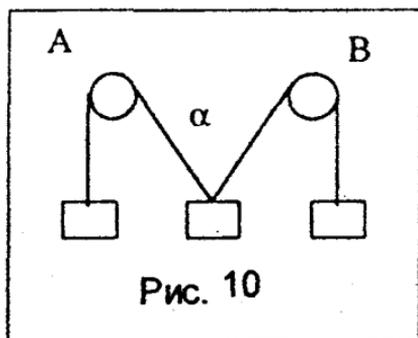
отпускают, и он начинает скользить по поверхности клина. Трение между бруском и клином отсутствует. Определите скорость бруска после соскальзывания с клина.

120. Два одинаковых шара массой M надеты на гладкую горизонтальную штангу и соединены пружиной жесткости k . Резким ударом одному из шаров придали скорость v относительно штанги. Найдите наибольшую деформацию пружины.
121. Сжатая в два раза пружина ($L = L_0/2$) вставлена между брусками массой M_1 и M_2 , лежащими на гладкой горизонтальной поверхности. Разжимаясь до своей недеформированной длины L_0 , пружина разгоняет бруски. Найдите скорости брусков и в момент, когда пружина не деформирована.
122. Два абсолютно упругих шара с массами 1 кг и 2 кг подвешены на одинаковых нитях длиной 50 см каждая. Первый шарик отклоняют от положения равновесия на угол 90° и отпускают. На какую высоту поднимется второй шарик после соударения?

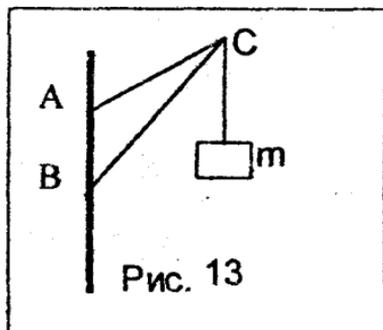
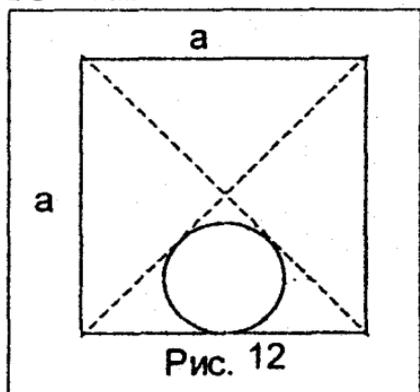
IV Статика и гидроаэромеханика.

Статика

123. Три одинаковых груза подвешены на тонких гладких невесомых нитях (рис. 10). Трение между нитями и тонкими стержнями А и В отсутствует. Стержни А и В расположены на одном уровне перпендикулярно плоскости рисунка. При каком угле и между нитями система будет в равновесии?

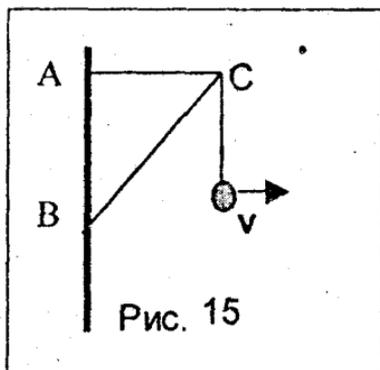
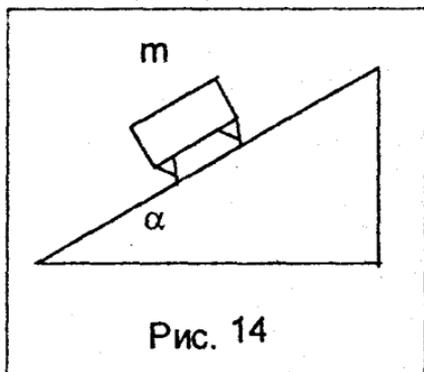


123. Три пружины, жесткость которых k_1 , k_2 и k_3 и грузы m_1 , m_2 , m_3 соединены так, как показано на рисунке 11. Найдите абсолютное удлинение каждой пружины. Массами пружинок можно пренебречь.
124. Два однородных шара массами m_1 и m_2 закреплены по концам невесомого стержня так, что расстояние между их центрами равно d . Определите положение центра тяжести системы.
125. Найдите положение центра тяжести однородной пластины с вырезом. Все необходимые размеры указаны на рисунке 12.
126. Тело массой 10 кг подвешено на двух нитях. Одна из них закреплена за стену и расположена горизонтально. Другая закреплена за потолок и составляет с углом 30° с горизонталью. Найти натяжение нитей.
127. На кронштейне подвешен груз массой 200 кг (рис. 13). Найдите усилия в стержнях AC и BC, если $AB = 1,5$ м, $AC = 3$ м, $BC = 4$ м.



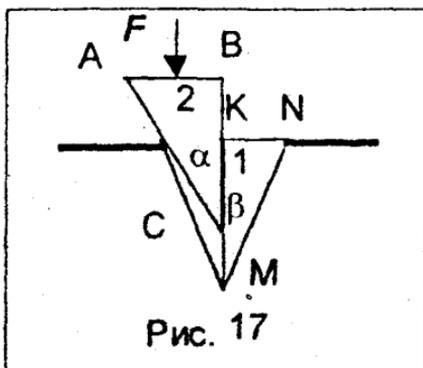
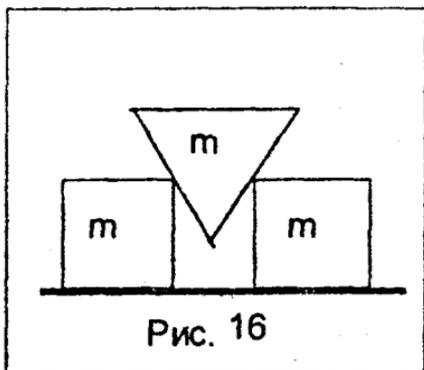
128. Лестница прислонена к стенке. При каком угле между полом и лестницей возможно равновесие, если коэффициент трения о стенку и пол μ .
129. К гладкой вертикальной стене привязана нить длиной 6 см. К нити подвешен шар массой 0,5 кг и радиусом 5 см. Найдите силу давления шара на стену.
130. Кубический брусок массы 1 кг движется по наклонной плоскости, расположенной под углом 30° к горизонту на двух небольших выступах (рис. 14). Найдите силы, действующие в местах контакта кубика с плоскостью. Коэффициент трения равен 0,05.

131. Шарик массой 100 г подвешен на нити длиной 1 м к кронштейну (рис. 15). Угол $\angle ACB=30^\circ$, угол $\angle CAB=90^\circ$. Шарик сообщили горизонтальную скорость 2 м/с, после чего он стал колебаться. Вычислить силы, действующие в стержнях AC и CB, когда шарик проходит положение равновесия.



132. Между одинаковыми брусками квадратного сечения, лежащими на горизонтальной плоскости вставлен гладкий клин такой же массы с сечением в виде равностороннего треугольника (рис. 16). При каком коэффициенте трения брусков о плоскость они начнут разъезжаться?

133. Клин 1 пытаются выбить из щели, забивая в эту щель клин 2, на который действуют с некоторой силой (рис. 17). Углы клиньев α и β заданы, углы ABC и MKN прямые. Найдите силу, действующую на клин 1 и выбивающую его из щели.



134. Сосуд с приставным дном имеет форму усеченного конуса. Он опущен в воду. Если в сосуд налить 200 г воды, дно оторвется. Отпадет ли дно, если на него поставить гирию массой 200 г, налить 200 г масла, налить 200 г ртути?
135. Каким должен быть наибольший объем льдины, плавающей в воде, если известно, что алюминиевый брусок объемом $0,1 \text{ м}^3$, примерзший к льдине снизу, заставляет ее тонуть? Плотность льда $0,9 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$, плотность алюминия $2,7 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$, плотность воды 10^3 кг/м^3 .
136. Полый шар из чугуна плавает в воде, погружившись ровно наполовину. Найти объем внутренней полости шара. Масса шара 5 кг, плотность чугуна $7,8 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$. Ускорение силы тяжести $9,8 \text{ м/с}^2$. Плотность воды 10^3 кг/м^3 .
137. Стекланный шарик массой 100 г, находящийся у поверхности глицерина, погружается на глубину 1 м. Найдите изменение потенциальной энергии шарика. Плотность глицерина $1,2 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$, плотность стекла $2,4 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$.
138. Два шара, имеющие одинаковый диаметр, связаны нитью и опускаются медленно и вертикально один над другим с постоянной скоростью в жидкости. Определите силу натяжения нити, если массы шаров 2 кг и 1,6 кг. Силой сопротивления жидкости пренебречь.
139. Бетонная однородная свая массой m лежит на дне водоема глубиной h , большей, чем длина сваи d . Привязав трос к одному концу сваи, ее медленно вытаскивают из воды так, что центр тяжести сваи поднимается на высоту H от поверхности воды ($H > d$). Какая работа совершается при подъеме сваи? Плотность бетона в n раз больше плотности воды. Силами сопротивления пренебречь.
140. Металлический стержень, к верхнему торцу которого прикреплен пружинный динамометр, медленно погружают в цилиндрический сосуд с водой, имеющий площадь поперечного сечения 20 см^2 . Определите, на сколько изменится показание динамометра в тот момент, когда уровень воды в сосуде поднимется на высоту 10 см. Плотность воды 10^3 кг/м^3 .
141. Тонкая однородная палочка шарнирно закреплена за верхний конец. Нижний конец палочки погружен в воду. При

равновесии под водой находится $1/5$ часть длины палочки. Найти плотность вещества палочки.

142. Во сколько раз высота столба жидкости в спиртовом барометре будет больше, чем в ртутном барометре при постоянном атмосферном давлении. Плотность ртути $13,6 \text{ г/см}^3$, плотность спирта $0,79 \text{ г/см}^3$.
143. В U - образную трубку наливают ртуть. Затем в одно из колен трубки наливают масло, а в другую воду. Граница раздела ртути с маслом и ртути с водой в обоих коленах находятся на одном уровне. Найти высоту столба воды, если высота столба масла 20 см , а плотность масла $0,9 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$.
144. Малый поршень гидравлического пресса за один ход опускается на высоту $0,2 \text{ м}$, а большой поршень поднимается на высоту $0,01 \text{ м}$. С какой силой действует пресс на зажатое в нем тело, если на малый поршень действует сила 500 Н ?
145. При подъеме груза массой 2000 кг с помощью гидравлического подъемника была затрачена работа 40 кДж . При этом малый поршень сделал 10 ходов, перемещаясь за один ход на высоту 10 см . Во сколько раз площадь большого поршня больше площади малого?
146. На поршень шприца площади S действует сила F . С какой скоростью v должна вытекать в горизонтальном направлении струя из отверстия площади s ? Плотность жидкости равна ρ .

V. Молекулярно – кинетическая теория и газовые законы.

МКТ

147. Сколько молекул содержится в 1 см^3 воды? Какова масса молекул воды, каков приблизительно размер молекул воды?
148. Считая кристаллическую решетку железа кубической, вычислить среднее расстояние между центрами соседних атомов железа. Плотность железа $7,8 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$, молярная масса $0,060 \text{ кг/моль}$. Число Авогадро $N_A = 6,0 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}$.
149. Считая, что океаны покрывают $2/3$ от площади поверхности Земли, определить массу нефти, которая, растекаясь, покрыла бы пленкой все водное пространство планеты. Считать, что

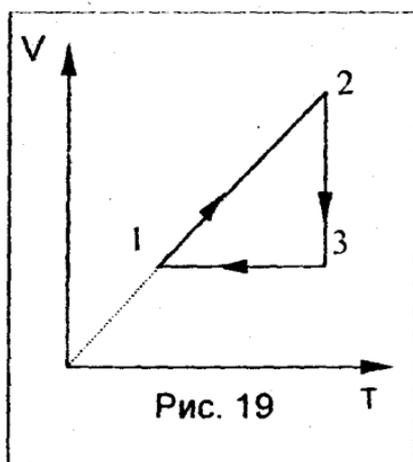
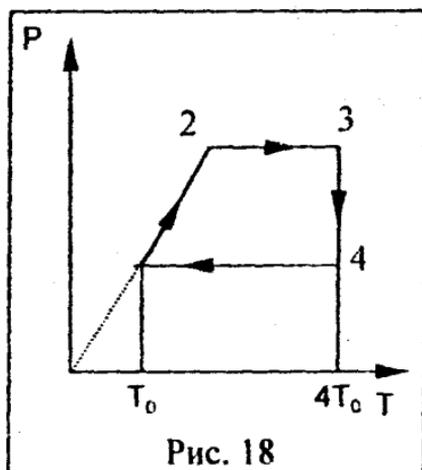
толщина пленки составляет 20 молекулярных слоев, средняя молярная масса нефти 1000 кг/кмоль, плотность нефти 800 кг/м³, радиус Земли 6400 км. Считать, что молекулы нефти сферические и образуют кубическую решетку.

150. Какую массу графита необходимо взять, чтобы, выстроив молекулы в цепочку, опоясать ею Луну? Радиус Луны 1740 км, плотность графита $1,7 \times 10^3$ кг/м³, молярная масса 12 кг/кмоль. Считать, что графит имеет кубическую кристаллическую решетку.
151. За 20 суток полностью испарилось из кружки 0,2 кг воды. Определить число молекул, вылетающих за одну секунду с поверхности воды.
152. Определить средние квадратичные скорости молекул гелия и аргона при температурах 0° С и 100° С.
153. В 1 см³ при давлении 20 кПа находится 5×10^{19} молекул гелия. Определите среднюю квадратичную скорость молекул при этих условиях.
154. Средняя скорость молекул газа при давлении 152 кПа равна 500 м/с. Найдите плотность газа.
155. 5×10^{25} молекул идеального газа, средняя энергия каждой из которых равна 3×10^{-21} Дж, создают в некотором объеме давление 10^5 Па. Найдите объем, занимаемый газом.
156. Газ нагревается в открытом сосуде при нормальном атмосферном давлении от 300 К до 600 К. На сколько при этом изменяется число молекул в единице объема газа?
157. В сосуде объемом 1 дм³ содержится некоторый газ при температуре 290 К. На сколько понизится давление газа в сосуде, если вследствие утечки газа из него выйдет 10^{21} молекул?
158. Для дальней космической связи используется спутник объемом 100 м³, наполненный воздухом при нормальных условиях. Метеорит пробивает в его корпусе отверстие площадью 1 см². Найдите время, через которое давление внутри спутника изменится на 1%. Температуру газа считать неизменной.
159. В закрытом сосуде находится газ. Во сколько раз возрастет его давление на стенки сосуда, если средняя квадратичная скорость молекул увеличится на 22%?

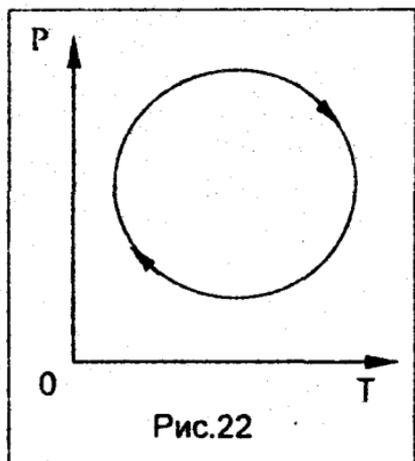
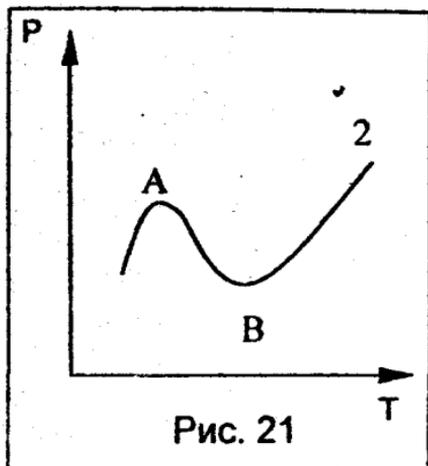
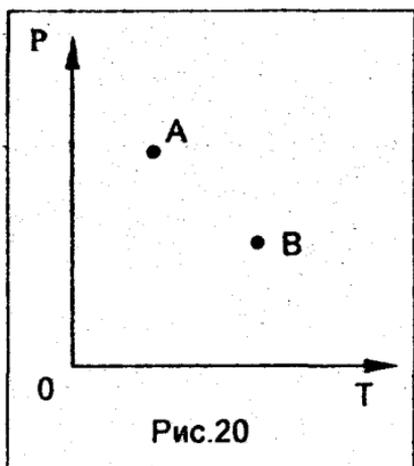
160. В баллоне объемом 0.01 м^3 находится газ, кинетическая энергия поступательного движения которых равна 7.5 кДж . Под каким давлением находится газ? Какова плотность этого газа, если средняя квадратичная скорость его молекул 2400 м/с ?

Изопроцессы идеального газа. Графическое представление процессов.

161. На диаграмме (рис. 18) изображен замкнутый процесс, совершаемый идеальным газом. Изобразите этот процесс в осях V, T и p, V . По данным рисунка определите отношение объемов газа в состояниях 4 и 1.
162. На графике (рис. 19) показан циклический процесс идеального газа постоянной массы. Изобразите этот процесс в осях p, V и p, T .



163. На диаграмме (рис. 20) точками А и В изображены два состояния одного и того же идеального газа неизменной массы. Какая из точек соответствует большему объему, а какая - большей плотности газа?
164. Как изменяется объем газа при его нагревании (рис. 21)?
165. В каких точках процесса, представленного на рисунке 22 максимальны и минимальны температура, давление и объем?



166. Газ при 300 К занимает некоторый объем. До какой температуры его следует изобарно охладить, чтобы его объем стал равен 0,75 первоначального объема? Газ считать идеальным.
167. Сосуд вместимостью 12 л, содержащий газ под давлением 0,40 МПа, соединяют с другим сосудом, из которого полностью откачан воздух. Найти установившееся значение давления p . Процесс считать изотермическим. Объем второго сосуда 3,0 л.
168. Баллон электрической лампы при изготовлении наполняют азотом под давлением 50 кПа при температуре 280 К. Какова будет температура газа в горячей лампе, если давление в ней повысилось до 100 кПа?

169. За сколько циклов работы поршневого насоса с объемом цилиндра V , можно откачать газ из стеклянного баллона объемом V_0 до давления p , если вначале давление в баллоне было равно атмосферному - p_0 ($p < p_0$)? Процесс считать изотермическим.
170. В вертикально расположенном цилиндре, открытом снизу и закрытом сверху, находится в равновесии поршень массы m площадью S . Поршень поднимают вверх так, что объем газа над поршнем уменьшается вдвое, и отпускают. Найдите ускорение a поршня в первый момент движения. Трение между поршнем и стенками цилиндра отсутствует.
171. Пузырек воздуха поднимается со дна водоема глубиной H . Найти зависимость радиуса пузырька r от глубины h его местонахождения в данный момент времени, если его объем на дне равен V_0 . Силы поверхностного натяжения не учитывать. Атмосферное давление p_0 .
172. В цилиндре под невесомым поршнем находится воздух при давлении 2×10^5 Па и температуре 27°C . Груз какой массы надо положить на поршень после нагревания воздуха в цилиндре до температуры 50°C , чтобы объем воздуха был равен первоначальному? Площадь поршня 15 см^2 .
173. Посредине откаченной и запаянной с обоих концов горизонтальной трубки длиной 1 м находится столбик ртути длиной 20 см. Если трубку поставить вертикально, столбик ртути сместится на 10 см. До какого давления была откачана трубка? Плотность ртути $1,36 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$.
174. Идеальный газ, занимающий объем V_1 , и находящийся под давлением p_1 , сначала изотермически сжимают до объема V_2 , потом изобарически сжимают до объема V_3 , затем изотермически сжимают до объема V_4 . Под каким давлением будет находиться этот газ в конце указанного процесса?

Уравнение Менделеева - Клапейрона. Закон Дальтона.

175. В вертикальном цилиндре, закрытом сверху поршнем, находится газ при температуре 20°C . Площадь поршня 20 см^2 , его масса 2 кг. На поршень положили груз массой 5 кг. До какой температуры нужно нагреть газ, чтобы объем газа составил долю 0,9 от первоначального значения? Трение между стенками

цилиндра и поршнем отсутствует. Атмосферное давление 10^5 Н/м^2 .

176. Цилиндр разделен на две части с объемами 200 см^3 и 300 см^3 легко скользящим поршнем не проводящим тепло. Сначала температура газа в обеих частях 300 К и давление 10^5 Па . Затем меньший объем охладили до 0° С , а больший нагрели до 100° С . Найти новое давление газа в цилиндре.
177. Плотность азота, находящегося под давлением 3 атм равна $3,38 \text{ кг/м}^3$. Определить температуру, которую имеет при этом газ. $1 \text{ атм} = 9,81 \times 10^4 \text{ Па}$. Молярная масса азота $0,028 \text{ кг/моль}$.
178. Воздух, находившийся в открытом баллоне при температуре 27° С , подвергается нагреванию. В результате нагревания масса воздуха, оставшегося в баллоне, составляет 40% от массы воздуха, первоначально находившегося в баллоне. До какой температуры нагрет воздух в баллоне в этот момент?
179. В сосуде объемом $3 \times 10^{-3} \text{ м}^3$ находятся 4 мг гелия, 70 мг азота и 5×10^{23} молекул водорода. Каково давление смеси, если температура ее 300 К ?
180. В баллоне вместимостью 40 л находится 10 кг углекислого газа и $0,5 \text{ кг}$ кислорода. Баллон выдерживает давление не более $3 \times 10^6 \text{ Па}$. При какой температуре возникнет опасность разрыва баллона?
181. В сосуде объемом 1 л находится $0,28 \text{ г}$ азота. Азот нагревают до температуры 1500° С . При этом 30% всех молекул азота диссоциировало на атомы. Чему равно давление в сосуде, если молярная масса азота 28 г/моль ?
182. Два одинаковых сосуда наполнены кислородом при температуре 27° С и соединены между собой трубкой, объем которой мал по сравнению с объемом сосудов. Во сколько раз изменится давление кислорода в сосудах, если один из них нагреть до температуры 87° С , а во втором поддерживать температуру прежней?
183. В баллоне объемом 10 л находится воздух при температуре 273 К и давлении $3 \times 10^5 \text{ Па}$. Баллон соединили с другим баллоном, объем которого 2 л , содержащим воздух при температуре 300 К и давлении 10^5 Па . После этого оба баллона нагрели до 400 К . Определить установившееся давление.
184. Три одинаковых сосуда, соединенные тонкими, не проводящими тепло трубками, заполнены при температуре 4 К

некоторым количеством газообразного гелия. Затем один из сосудов нагрели до температуры 20 К, а второй до температуры 80 К. Температура третьего сосуда не изменялась. Во сколько раз увеличилось давление в системе?

185. Сосуд емкостью $2V$ разделен пополам тонкой полупроницаемой перегородкой площадью S . В левую половину ввели газ массой m и газ массой m_1 . В правой половине - вакуум. Через перегородку может диффундировать лишь первый газ. Температура T остается постоянной. Молярные массы газов равны μ и μ_1 , соответственно. Какие давления установятся в обеих половинах сосуда?

186. В вертикально расположенном цилиндрическом сосуде находится газ массой m с молярной массой μ . Газ отделен от атмосферы поршнем, соединенным с дном сосуда пружиной жесткости k . При температуре T поршень расположен на расстоянии h от дна сосуда. До какой температуры надо нагреть газ, чтобы поршень поднялся до высоты $H=2h$? Поршень считать невесомым. Атмосферное давление p_0 .

187. В цилиндрическом закрытом сосуде объемом 200 см^2 под поршнем находится небольшое количество воды массой $0,3 \text{ г}$. Над поршнем находится идеальный газ при нормальных условиях (температура 273° К , давление $101,3 \text{ кПа}$). Температуру внутри сосуда повышают так, что вся вода превращается в пар. Пренебрегая массой поршня, найти объем над и под поршнем. Водяной пар считать идеальным газом. Объемом воды пренебречь по сравнению с объемом пара и газа.

Реальные газы. Насыщенные и ненасыщенные пары. Влажность.

188. В котел объемом 5 м^3 накачали воду с массой 20 кг и нагрели содержимое котла до температуры 180° С . Найти массу и давление паров в котле. Плотность насыщенных паров при температуре 453 К равна $5,05 \text{ кг/м}^3$.

189. В сосуд объемом 10 дм^3 , наполненный сухим воздухом при давлении 10^5 Па и температуре 273 К , вводят 3 г воды. Сосуд нагревают до температуры $T=373 \text{ К}$. Каково давление влажного воздуха в сосуде при этой температуре?

190. В закрытом сосуде при 100°C находятся насыщенные пары воды массой 100 г и капля воды массой 1 г. До какой температуры необходимо нагреть сосуд, чтобы вся вода испарилась? Давление насыщенного водяного пара возрастает на 3,7 кПа при повышении температуры на 1°C .
191. Диктор радио объявил, что температура воздуха 15°C , относительная влажность воздуха 90%. Известно, что давление насыщенного пара при этой температуре 1,7 кПа. Определите парциальное давление пара.
192. Определить плотность водяных паров, находящихся в воздухе помещения при 20°C и относительной влажности 65%. Давление насыщенного водяного пара при 20°C равно 2330 Па.
193. На какое наименьшее число градусов температура воздуха на улице должна быть ниже температуры воздуха в комнате, чтобы оконные стекла запотели? Относительная влажность воздуха в комнате 74%, а его температура 18°C . Плотность насыщенных водяных паров при 18°C - $0,0154\text{ кг/м}^3$. Точка росы при плотности паров $11,4 \times 10^{-3}\text{ кг/м}^3$ - 286 К.
194. В цилиндре под поршнем в пространстве объемом 1,5 л находится воздух и насыщенный водяной пар при температуре 20°C . Какова будет относительная влажность воздуха в цилиндре, если объем уменьшить до 0,1 л, а температуру повысить до 100°C ? Давление насыщенного водяного пара при 20°C - 2,3 кПа. Пар считать идеальным газом.
195. В закрытом помещении объемом 60 м^3 относительная влажность воздуха 50% при температуре 18°C . Сколько воды необходимо испарить в этот объем, чтобы водяные пары при той же температуре стали насыщенными? Давление насыщенного пара при 18°C - 2063 Па.
196. В закрытый сосуд объемом 1 м^3 , содержащий сухой воздух при температуре 0°C положили 0,058 кг льда, температура которого также равна 0°C . Какова будет относительная влажность воздуха в сосуде после нагревания сосуда до 100°C ?
197. В помещение нужно подать 2000 м^3 воздуха при 18°C и относительной влажности 50%, забирая его с улицы при температуре 10°C и относительной влажности 60%. Сколько воды надо дополнительно испарить в подаваемый воздух? Плотность насыщенных водяных паров при 10°C равна $9,4 \times 10^{-3}\text{ кг/м}^3$, при 18°C - $15,4 \times 10^{-3}\text{ кг/м}^3$.

198. Мыльная пленка ограничена проволочным каркасом и подвижной планкой АВ длиной 10 см. Коэффициент поверхностного натяжения пленки $\sigma=0,07$ Н/м. Какую работу надо совершить для перемещения планки АВ влево на 5 см?
199. В вертикальном закрытом капилляре радиуса 0,5 мм находится вода, заполняющая часть капилляра длиной 20 см. Сколько капель воды выльется из капилляра, если открыть его концы? Коэффициент поверхностного натяжения воды 0,075 Н/м.
200. В двух капиллярных трубках разного диаметра, опущенных в воду, установилась разность уровней 2,6 см. При опускании этих же трубок в спирт, разность уровней оказалась 1 см. Зная коэффициент поверхностного натяжения воды (0,075 Н/м), определить коэффициент поверхностного натяжения спирта.
201. Нижний конец капилляра радиуса 0,2 мм и 8 см погружен в воду, температура которой 273 К и постоянна. Температура верхнего конца капилляра 373 К. На какую высоту поднимется вода в капилляре? Считать, что теплопроводность капилляра намного превосходит теплопроводность воды в нем. Теплообменом с окружающим воздухом пренебречь. Коэффициент поверхностного натяжения зависит от температуры в диапазоне 273 - 373 К линейно: $\sigma(T)=(133,3 - 0,21 \times T)$ мН/м.
202. Для определения коэффициента поверхностного натяжения воды была использована пипетка с диаметром выходного отверстия 2 мм. Масса 40 капель оказалась равна 1,9 г. Найти коэффициент поверхностного натяжения воды.
203. Две линейки – медная и железная наложены таким образом, чтобы совпадали их концы с одной стороны. Определить длины линеек при 0° С, зная, что разность их длин при любой температуре составляет 10 см. Коэффициент линейного расширения меди равен $1,7 \times 10^{-5}$ 1/К, железа - $1,2 \times 10^{-5}$ 1/К.
204. Толщина биметаллической пластинки составленной из одинаковых полосок стали и цинка равна 0,1 см. определите радиус кривизны пластинки при повышении температуры на 11° С. Коэффициенты линейного расширения цинка $2,5 \times 10^{-5}$ 1/К, а стали $1,1 \times 10^{-5}$ 1/К.

205. Балка длиной 5 м с площадью поперечного сечения 100 см^2 под действием сил по 10 кН, приложенных к ее концам, сжалась на 1 см. Найти относительное сжатие, механическое напряжение балки и модуль Юнга материала, из которого она сделана.
206. Во сколько раз относительное удлинение рыболовной лески диаметром 0,2 мм больше, чем лески диаметром 0,4 мм, если к концам их приложены одинаковые силы?
207. К проволоке был подвешен груз. Затем проволоку согнули пополам и подвесили тот же груз. Сравнить абсолютные и относительные удлинения проволоки в обоих случаях.
208. Какую силу надо приложить к стальному стержню сечением 1 см^2 , чтобы растянуть его на столько же, на сколько он удлиняется при нагревании на 1° С .
209. Концы стального стержня сечением 1 см^2 , находящегося при температуре 20° С , прочно закреплены. С какой силой стержень будет давить на опоры, если его нагреть до температуры 200° С ? Модуль Юнга стали $2,0 \times 10^{11} \text{ Н/м}^2$. Коэффициент линейного расширения $1,1 \times 10^{-5} / \text{К}$.

VI. Основы термодинамики.

Тепловые явления. Уравнение теплового баланса.

210. В сосуд сначала влили некоторое количество воды при температуре 10° С , а затем другое количество воды при температуре 50° С . Установившаяся температура смеси равна 23° С . Определить отношение масс воды налитой в первом и во втором случаях. Теплообменом с окружающей средой пренебречь.
211. В ванночку, содержащую 0,2 кг нагретой воды, положили термометр, который показал температуру 78° С . Какова была температура воды в ванночке, если теплоемкость термометра 30 Дж/К , удельная теплоемкость воды $4,2 \text{ кДж/(кг}\times\text{К)}$, а до опускания в воду термометр показывал температуру 18° С ? Теплоемкостью ванночки и теплообменом с окружающей средой пренебречь.
212. Какое количество тепла необходимо затратить на расплавление 500 кг меди, если ее начальная температура

равна 15°C , а температура пламени 1100°C . Удельная теплоемкость меди $395\text{ Дж}/(\text{кг}\times\text{K})$, удельная теплота плавления $1,76\times 10^3\text{ Дж}/\text{кг}$.

213. Сколько нужно тепла, чтобы превратить лед массой 1 кг при температуре 0°C в воду при температуре 20°C ? Удельная теплота плавления льда $330\text{ кДж}/\text{кг}$, удельная теплоемкость воды $4,3\text{ кДж}/(\text{кг}\text{ K})$.
214. В калориметре находится 300 г льда при температуре 10°C . Туда же помещают 250 г алюминия, нагретого до температуры 200°C . Какая температура установится в калориметре? Теплоемкость алюминия $0,9\times 10^3\text{ Дж}/(\text{кг}\times\text{K})$.
215. В теплоизолированном сосуде находится смесь, состоящая из воды массой $1,5\text{ кг}$ и льда массой $0,5\text{ кг}$, при общей температуре 0°C . В сосуд введено некоторое количество сухого насыщенного водяного пара, имеющего температуру 100°C . Через некоторое время в сосуде установилась температура 80°C . Найдите массу пара, введенного в сосуд. Удельная теплота плавления льда $3,3\times 10^5\text{ Дж}/\text{кг}$; удельная теплота парообразования воды $2,3\times 10^6\text{ Дж}/\text{кг}$; удельная теплоемкость воды $4,2\times 10^3\text{ Дж}/(\text{кг}\times\text{K})$.
216. В калориметре смешиваются три химически не взаимодействующих жидкости в количествах 1 кг , 10 кг , 5 кг , имеющие соответственно температуры 6°C , 40°C , 60°C и удельные теплоемкости $2\text{ кДж}/(\text{кг}\times\text{K})$, $4\text{ кДж}/(\text{кг}\times\text{K})$, $2\text{ кДж}/(\text{кг}\times\text{K})$. Определите температуру смеси и количество теплоты, необходимое для последующего нагревания смеси до температуры 6°C .
217. В сосуд, содержащий 10 кг воды при температуре 10°C , положили кусок льда, охлажденный до температуры -50°C , после чего температура образовавшейся ледяной массы стала -4°C . Какое количество льда было положено в сосуд? Удельные теплоемкости воды $4,2\text{ кДж}/(\text{кг}\times\text{K})$, льда $2,1\text{ Дж}/(\text{кг}\times\text{K})$. Удельная теплота плавления льда $0,33\text{ МДж}/\text{кг}$.
218. В термосе находится вода при температуре 0°C . Масса воды 100 г . Выкачивая из термоса воздух, воду замораживают посредством ее испарения. Какова масса и льда, образовавшегося в термосе? Удельная теплота плавления льда $3,3\times 10^5\text{ Дж}/\text{кг}$, удельная теплота парообразования воды $24,8\text{ Дж}/\text{кг}$.

219. Определите массу воды, которая может быть превращена в лед при 0°C испарением эфира, масса которого $0,1\text{ кг}$, а температура 20°C . Теплообмен происходит только между эфиром и водой. Начальная температура воды также 20°C . Удельная теплота испарения эфира $3,8 \times 10^5\text{ Дж/кг}$, удельная теплота плавления льда $0,33\text{ МДж/кг}$, удельные теплоемкости воды $4,2\text{ кДж/(кг}\times\text{K)}$ и эфира $2,1\text{ кДж/(кг}\times\text{K)}$.
220. Свинцовая пуля, имеющая скорость 300 м/с , сталкивается с препятствием. Какая часть пули расплавится, если положить, что вся теплота, выделяемая при ударе, поглощается пулей. Температура пули перед ударом 100°C . Температура плавления свинца 327°C , удельная теплоемкость свинца $125,7\text{ Дж/(кг}\times\text{K)}$, удельная теплота плавления свинца $26,4 \times 10^3\text{ Дж/кг}$.
221. На спиртовке нагрели 100 г воды от 16°C до 71°C . При этом было сожжено 10 г спирта. Найти КПД установки? Удельная теплоемкость воды $4200\text{ Дж/(кг}\times\text{K)}$, удельная теплота сгорания спирта 29 МДж/кг .
222. Вода при соблюдении некоторых предосторожностей может быть переохлаждена до температуры -10°C . Такое состояние воды неустойчиво, и при любом возмущении вода превращается в лед с температурой 0°C . Какова масса льда, образовавшегося из переохлажденной воды, масса которой 1 кг ? Считать, что удельная теплоемкость воды не зависит от температуры и равна $4,2\text{ кДж/(кг}\times\text{K)}$, а удельная теплота плавления льда $0,34\text{ Мдж/кг}$.

Работа газа. Внутренняя энергия газа. Первый закон термодинамики.

223. В цилиндре под легким поршнем площадью 50 см^2 находится воздух при температуре 300 К . Поршень расположен на высоте $0,6\text{ м}$ от основания цилиндра. На поршне лежит гиря массой 10 кг . Какую работу совершит газ, если его нагреть на 50 К ? Атмосферное давление 10^5 Па .
224. В цилиндре под невесомым поршнем находится воздух массой 3 кг . Температура воздуха увеличилась на 100°C при постоянном давлении. Найдите работу, совершаемую газом при расширении. Нарисовать график процесса в координатах p, T и V, T . Молярная масса воздуха $0,029\text{ кг/моль}$.

225. В двух вертикальных цилиндрах находятся при одной температуре две равные массы газа. Подвижный поршень первого цилиндра в два раза тяжелее, чем во втором цилиндре. Оба цилиндра нагрели до одной и той же температуры. Газ в первом цилиндре совершил работу 500 Дж. Какую работу совершил газ во втором цилиндре?
226. При увеличении температуры одноатомного идеального газа на 20 К его внутренняя энергия увеличилась на 600 Дж. Найдите количество газа, принимавшего участие в процессе.
227. При изобарическом нагревании газа ему было передано количество теплоты 800 Дж. При этом газ расширился, увеличив свой объем на 10^{-3} м^3 . На сколько увеличилась в результате процесса внутренняя энергия газа, если давление газа 10^5 Па .
228. В сосуде с теплонепроницаемыми стенками объемом 5,6 л находится кислород при температуре 85° С и давлении $2,5 \times 10^5 \text{ Па}$. Для нагрева этого газа до 87° С требуется количество теплоты 21 Дж. Какова удельная теплоемкость кислорода в этих условиях? Теплоемкостью и тепловым расширением стенок сосуда пренебречь.
229. Газообразный водород массой 1 кг при начальной температуре 300 К охлаждаются изохорно так, что его давление падает в 3 раза. Затем газ расширяют при постоянном давлении. Найти произведенную газом работу, если в конечном состоянии его температура стала равной первоначальной.
230. В сосуде емкостью 2 л находится гелий под давлением 1 МПа. Стенки сосуда могут выдержать максимальное давление 5 МПа. Какое наибольшее количество теплоты можно сообщить газу, чтобы сосуд не взорвался? Нарисовать график процесса в координатах p, T .
231. В вертикальном цилиндре с площадью поперечного сечения S под поршнем, масса которого равна M , находится 1 моль идеального одноатомного газа. В некоторый момент времени под поршнем включается нагреватель, передающий газу за единицу времени количество теплоты Q . Определите установившуюся скорость движения поршня при условии, что давление газа над поршнем постоянно и равно p , газ под поршнем теплоизолирован.
232. Температура газа с массой m и молярной массой μ повышается на величину ΔT один раз при постоянном давлении

p , другой раз при постоянном объеме V . На сколько отличаются друг от друга количества сообщенных газу теплот q_p и q_v и удельные теплоемкости c_p и c_v в первом и во втором случае?

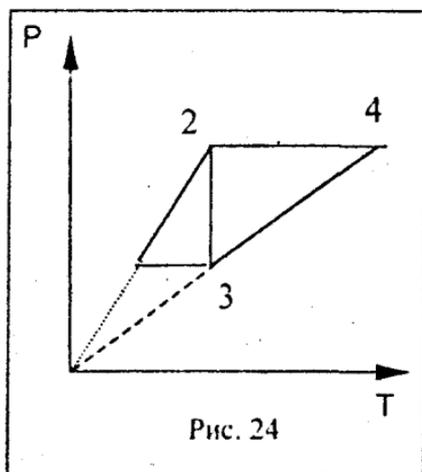
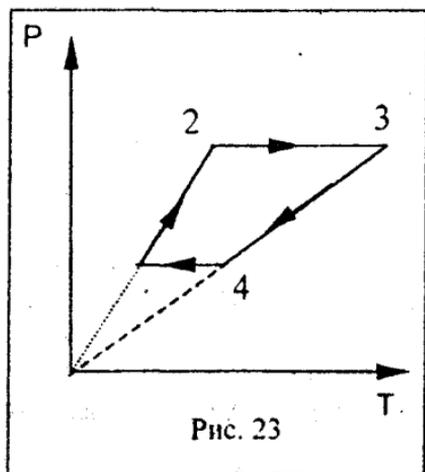
233. Для повышения температуры азота с массой 20 кг на 50°C при постоянном давлении требуется затратить количество теплоты равное 0,5 МДж. Какое количество теплоты следует отнять у этого газа при постоянном объеме, чтобы его температура понизилась на 50 К.

234. В вертикальном цилиндре под тяжелым поршнем находится кислород с массой 2 кг. Для повышения температуры кислорода на 5 К ему было сообщено количество теплоты 9160 Дж. Найти удельную теплоемкость кислорода, работу, совершаемую им при расширении и увеличение его внутренней энергии.

Тепловые машины. Цикл Карно. КПД тепловых машин.

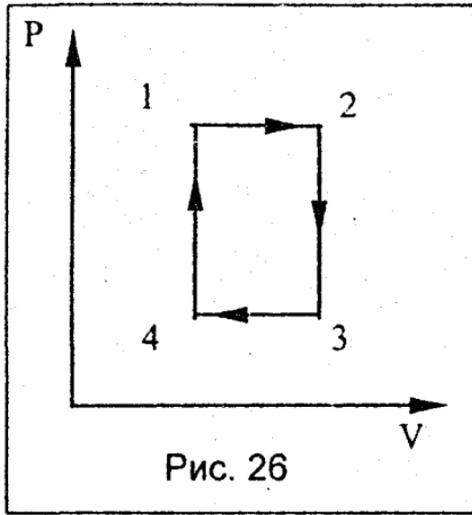
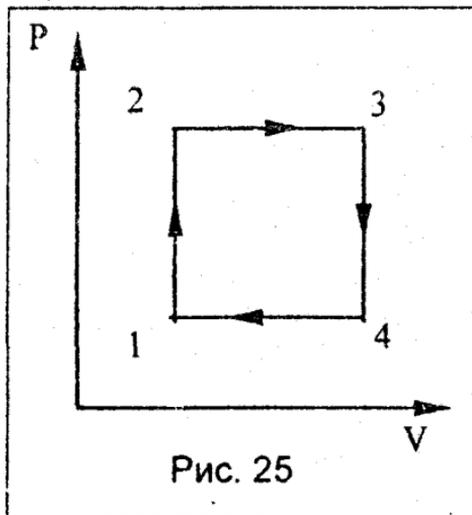
235. Параметры идеального одноатомного газа, взятого в количестве 3 молей, изменились по циклу, изображенному на рисунке 23. Температуры газа в состояниях, отмеченных на рисунке цифрами, равны $T_1=400\text{ К}$, $T_2=800\text{ К}$, $T_3=1200\text{ К}$. Определите работу, которую совершил газ за цикл.

236. Над газом совершаются два круговых процесса (рис. 24): процесс 1-2-3-1 и процесс 3-4-2-3. В каком случае газ совершает большую работу?



237. Указать на каких стадиях процесса, представленного на рисунке 23 газ получает тепло, а на каких отдает?

238. Идеальный газ совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух изобар (рис. 25). Температуры газа в точках 1 и 3 равны соответственно T_1 и T_2 . Определите работу, совершаемую ν молями газа за цикл, если известно, что точки 2 и 4 лежат на одной изотерме.



239. Газу передали тепло Q , в результате чего газ расширился при постоянном давлении p , увеличив свой объем на ΔV . Найти КПД η этого процесса.

240. Параметры идеального газа в количестве 1 моль изменяются по циклическому процессу, состоящему из двух изобар и двух изохор, в направлении 1-2-3-4-1, как показано на рисунке 26. Известно, что при изобарическом расширении объем увеличился вдвое. Температура в конце изобарического расширения 1-2 $t_2=800^\circ\text{C}$; а в конце изохорического процесса 2-3 $t_3=700^\circ\text{C}$. Молярная теплоемкость газа (количество теплоты, необходимое для нагревания на 1 К 1 моль газа) при постоянном объеме $c_v=21$ Дж/(моль \times К); при постоянном давлении $c_p=29$ Дж/(моль \times К). Определите коэффициент полезного действия цикла η .

241. Для двух замкнутых циклов 1-2-3-4-1 и 1-5-6-4-1 (рис. 27) определите отношение коэффициентов полезного действия этих циклов.

242. КПД некоторой идеальной тепловой машины равен 0,4. Как он изменится, если температура нагревателя увеличится в 1,2 раза, а температура холодильника в 1,5?

243. Определить КПД двигателя мощностью 52 кВт, если при скорости движения 120 км/час на пути 200 км расходуется 15 л бензина. Удельная теплота сгорания бензина 46 Дж/кг, плотность бензина $0,7 \times 10^3$ кг/м³.

244. В цилиндре двигателя внутреннего сгорания при работе образуются газы, температура которых 727°C . Температура отработанного газа 100°C . Двигатель расходует в час 36 кг топлива, теплота сгорания которого равна 43 МДж/кг. Какую максимальную полезную мощность мог бы развить этот двигатель, если бы являлся идеальной тепловой машиной?

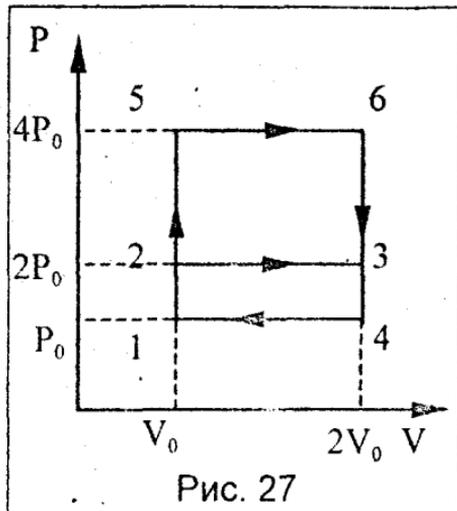


Рис. 27

VII. Электростатика.

Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность электрического поля.

245. Найдите натяжение нити, соединяющей одинаковые шарики с радиусом r , в центре которых находятся одинаковые заряды Q . Один из шариков плавает на поверхности жидкости плотности ρ , второй шарик имеет массу m и висит на нити внутри жидкости. Расстояние между центрами шариков d , диэлектрическая проницаемость жидкости ϵ .

246. На нити подвешен шарик массой 9,8 г, которому сообщили заряд 1 мкКл. Когда к нему поднесли снизу заряженный таким же зарядом шарик, сила натяжения нити уменьшилась в четыре раза. Определите расстояние между центрами шариков.
247. Два одинаковых металлических шарика заряжены разноименно так, что заряд одного из них в пять раз больше заряда другого. Шарика привели в соприкосновение и раздвинули на прежнее расстояние. Во сколько раз изменилось по (модулю) их взаимодействие?
248. Два шарика одинакового радиуса и массы подвешены в воздухе на нити так, что их поверхности соприкасаются. После того, как им был сообщен заряд 8×10^{-7} Кл шарика разошлись на угол 60° . Найти массы шариков, если расстояние от центра шариков до точки подвеса 0,2 м.
249. Два одинаковых заряженных шарика, подвешенных на нитях равной длины в одной точке, разошлись в воздухе на некоторый угол. Какова должна быть плотность материала ρ_1 шариков, чтобы при погружении их в жидкий диэлектрик с диэлектрической проницаемостью ϵ и плотностью ρ_2 , угол между нитями не изменился?
250. Три одинаковых шарика с массой 10 г и зарядом равным по модулю 10^{-7} Кл соединены нитями, образующими равносторонний треугольник со стороной 10 см. Два шарика имеют положительный заряд и один отрицательный. К отрицательно заряженному шарика приложили силу, под действием которой система перемещается с ускорением a , при этом натяжение всех нитей одинаково. Найти это ускорение.
251. По первоначальным предположениям Бора, электрон в атоме водорода движется вокруг ядра по круговой орбите. С какой скоростью должен двигаться электрон, если известно, что его заряд равен $-1,6 \times 10^{-19}$ Кл, заряд ядра водорода равен заряду электрона с противоположным знаком, радиус орбиты примерно равен $0,5 \times 10^{-10}$ м, масса электрона $9,11 \times 10^{-31}$ кг.
252. Расстояние между зарядами 32×10^{-7} Кл и -27×10^{-7} Кл равно 5 см. Определить напряженность поля в точке, удаленной от первого заряда на 4 см и от второго на 3 см.
253. Четыре одинаковых точечных заряда Q расположены в вершинах прямоугольника со сторонами a и $b=2a$. Найти силу, действующую со стороны трех зарядов на четвертый и напряженность электростатического поля в точке, лежащей на середине стороны b .

254. Сосуд с маслом, диэлектрическая проницаемость которого равна 5, помещен в вертикальное однородное электрическое поле. В масле находится во взвешенном состоянии алюминиевый шарик диаметром 3 мм, имеющий заряд 10 мкКл. Определите напряженность электрического поля, если плотность алюминия $2,6 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$, а масла $0,9 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$.
255. Какой угол с вертикалью составит нить, на которой висит шарик массой $25 \times 10^{-3} \text{ кг}$, если поместить шарик в горизонтальное однородное электростатическое поле напряженностью $35 \times 10^3 \text{ В/м}$, сообщив ему заряд $7 \times 10^{-6} \text{ Кл}$?
256. В однородном электростатическом поле с вектором напряженности E , направленным вертикально вниз, равномерно вращается шарик массой m с положительным зарядом q , подвешенный на нити длиной d . Угол отклонения нити от вертикали равен α . Найдите силу натяжения нити и кинетическую энергию шарика.
257. В однородном электрическом поле напряженностью E , силовые линии которого составляют угол α с вертикалью и направлены вверх, висит на непроводящей невесомой нити заряженный шарик массой m . Сила натяжения нити равна T . Определите заряд шарика.
258. Какой минимальный заряд Q закрепленный в нижней точке сферической непроводящей полости радиуса R удержит устойчиво в ее верхней точке шарик массой m , обладающий зарядом q .

Работа электростатических сил. Разность потенциалов. Потенциал. Движение зарядов в однородном электростатическом поле.

259. В двух противоположных вершинах квадрата со стороной 1 м расположены заряды по +1 Кл. Определить работу по перемещению заряда +1 Кл из одной свободной вершины в другую.
260. В вершинах квадрата расположены точечные заряды q . Определить потенциал и напряженность электрического поля в центре квадрата. Диагональ квадрата равна $2a$.

261. Маленькие одинаковые капельки воды заряжены до потенциала φ_0 каждая. Определить потенциал капли, образованной слиянием n маленьких капель.
262. Постоянные потенциалы двух проводников относительно Земли соответственно равны 24 В и - 6 В. Какую работу необходимо совершить, чтобы перенести заряд 10^{-7} Кл со второго проводника на первый?
263. В центре равномерно заряженной сферы потенциал равен 120 В, а в точке на расстоянии 36 см от центра потенциал равен 20 В. Определите радиус сферы.
264. Множество зарядов трех значений: 10^{-9} Кл, -2×10^{-9} Кл, 3×10^{-9} Кл, распределены вдоль окружности так, что все одинаковые заряды рассредоточены по окружности равномерно через равный угловой интервал. Определите напряженность и потенциал электрического поля в центре окружности, если работа по удалению пробного заряда 10^{-11} Кл из центра окружности равна 10^{-9} Дж.
265. В однородном электрическом поле напряженностью 10^3 В/м перемещается заряд 5×10^{-8} Кл на расстояние 12 см под углом 30° к линиям напряженности. Определите работу сил поля по перемещению этого заряда.
266. Две маленькие крупинки, имеющие одинаковую массу m и несущие на себе одинаковый по величине и знаку заряд q , первоначально отстоят друг от друга на расстоянии a . Определить скорость каждой из разлетевшихся крупинок на бесконечности. Полем тяжести пренебречь.
267. Два заряда $1,0 \times 10^{-6}$ Кл каждый находятся на расстоянии 50 см друг от друга. Какую работу нужно совершить, чтобы сблизить их до расстояния 5,0 см?
268. От поверхности металлического шара массы M и радиуса R , заряженного зарядом Q , отрывается одноименно заряженный точечный заряд q массой m . Какой будет скорость точечного заряда на большом расстоянии от шара?
269. Металлический шар радиуса r помещен в жидкий диэлектрик с плотностью ρ_d . Плотность материала, из которого изготовлен шар, равна $\rho_{ш}$. Чему равен заряд шара, если в однородном электрическом поле, направленном вертикально вверх, шар оказался взвешенным в жидкости? Электрическое

поле создается двумя параллельными пластинами, расстояние между которыми d , а разность потенциалов $\Delta\varphi$.

270. В пространство, где одновременно действуют горизонтальное и вертикальное однородные электрические поля с напряженностями 4×10^2 В/м и 3×10^2 В/м, вдоль направления силовой линии результирующего электрического поля влетает электрон, скорость которого на пути 2,7 мм изменяется в два раза. Определите скорость электрона в конце пути.

271. Электрон, обладающий скоростью $1,8 \cdot 10^4$ м/с, влетает в однородное электрическое поле с напряженностью $3,0 \cdot 10^{-3}$ В/м и движется против силовых линий. Чему равна скорость электрона, когда он пройдет расстояние 7,1 см? Масса электрона $0,9 \cdot 10^{-30}$ кг, заряд электрона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

272. Электрон, пролетая в электрическом поле из точки а в точку в увеличил свою скорость с 1000 км/с до 3000 км/с. Определить разность потенциалов между точками а и в.

273. Поток электронов, получивших свою скорость под действием ускоряющего напряжения в 5000 В, влетает в середину между пластинами плоского конденсатора параллельно им. Какое минимальное напряжение необходимо приложить к пластинам конденсатора, чтобы электроны не вылетали из него. Размеры конденсатора: длина пластин 5 см, расстояние между пластинами 1 см.

274. Металлический шарик массой 0,1 кг, несущий заряд $+10^{-6}$ Кл, бросают под некоторым углом к горизонту. Движение шарика происходит в однородном электрическом поле тонкой вертикально расположенной пластины, равномерно заряженной с поверхностной плотностью заряда $+2 \times 10^{-6}$ Кл/м. Определите, под каким углом к горизонту брошен шарик, если дальность полета шарика равна максимальной высоте подъема? Шарик бросают в сторону от пластины. Спротивлением воздуха пренебречь.

Проводники в электростатическом поле. Энергия электростатического взаимодействия.

275. Точечный заряд окружен сферическим слоем проводника. Нарисуйте силовые линии и графики зависимости

напряженности и потенциала электрического поля в зависимости от расстояния от точечного заряда.

276. То же самое, что в предыдущей задаче, но сферический слой выполнен из диэлектрика.
277. На расстоянии r от центра незаряженного металлического шара находится точечный заряд q . Определите потенциал шара.
278. Электрический заряд 9 нКл равномерно распределен по поверхности металлической сферы радиусом 60 см. Найти разность потенциалов точек 1 и 2 , находящихся на расстоянии 30 см и 90 см от центра сферы?
279. Чему равна разность потенциалов $\Delta\varphi$ между точкой, находящейся на поверхности проводящего заряженного шара, и центром этого шара? Радиус шара R , заряд q .
280. Шар радиусом 5 см и зарядом $0,8$ нКл соединяют тонкой проволокой с шаром радиуса 10 см и зарядом -2 нКл. Какой заряд пройдет по проволоке при соединении?
281. Металлический шар радиуса 1 см заряжен до потенциала 500 В относительно Земли и окружен незаряженной тонкой проводящей сферической оболочкой, концентрической с шаром. После заземления оболочки потенциал шара стал равен 300 В. Найти радиус оболочки.
282. Из трех концентрических тонких металлических сфер с радиусами r_1 , r_2 , r_3 крайние заземлены, а средней сообщен заряд q_2 . Найти заряды на внутренней и внешней сферах: q_1 , q_3 .
283. Шарик, несущий заряд 60 нКл, коснулся внутренней поверхности проводящей сферы радиуса 30 см, имеющей заряд 100 нКл. Найдите поверхностную плотность заряда сферы.
284. Металлический шар радиусом 2 см несет на себе заряд $4/3 \times 10^{-8}$ Кл. Заряд окружен металлической оболочкой радиусом 5 см, заряд которой равен -2×10^{-8} Кл. Определить потенциал поля на расстояниях 1 см, 4 см и 6 см от центра системы.
285. Шарик массой 2 г, имеющий положительный заряд q , начинает скользить без начальной скорости из точки A по сферической поверхности радиуса 10 см. Потенциальная энергия взаимодействия заряда q и неподвижного отрицательного заряда Q в начальный момент равна -2×10^{-3} Дж. Определите потенциальную энергию взаимодействия зарядов, когда заряд q находится в точке B , если в этом случае

результатирующая сил реакции со стороны сферической поверхности и кулоновского взаимодействия, приложенная к шарiku равна $0,1$ Н. Трением между шариком и сферической поверхностью пренебречь.

286. Тонкой сферической оболочке радиусом 5 см и массой $0,015$ г сообщают заряд до тех пор, пока при достижении потенциала 10 кВ оболочка не разлетается на мелкие осколки вследствие электростатического отталкивания ее частей. Найти скорость осколков к моменту, когда они окажутся на сферической поверхности радиусом 12 см.
287. Два шарика заряжены одноименными зарядами q и расположены на одной вертикали, проходящей через центры на расстоянии H друг от друга. Нижний шарик закреплен неподвижно, а верхний, имеющий массу m , получает начальную скорость v , направленную вертикально вниз. На какое минимальное расстояние h приблизится верхний шарик к нижнему? Шарики можно считать точечными зарядами.
288. Четыре одноименных точечных заряда величиной q были расположены вдоль одной прямой на расстоянии a друг от друга. Какую работу нужно совершить, чтобы поместить их в вершинах тетраэдра с ребром a ?

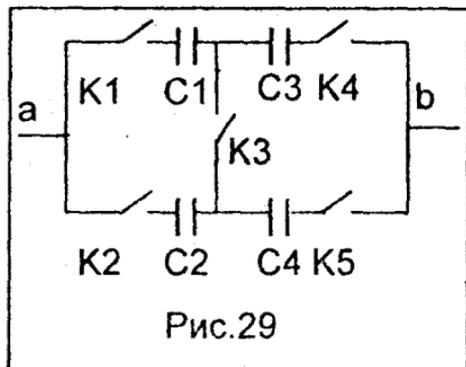
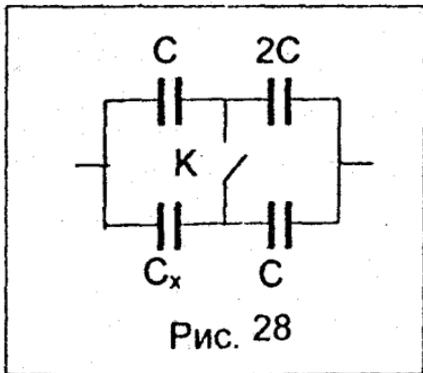
Емкость. Плоский конденсатор. Соединения конденсаторов.

289. Каким должен быть радиус шара, чтобы его емкость в вакууме равнялась 1 Ф?
290. Проводник емкостью 10^{-5} мкФ заряжен до потенциала 6000 В, а проводник емкостью 2×10^{-5} мкФ заряжен до потенциала 1200 В. Расстояние между проводниками велико по сравнению с размерами. Какое количество тепла выделится при соединении этих проводников проволокой?
291. Конденсатор зарядили, отключили от источника напряжения, а затем удалили из него диэлектрик. После удаления диэлектрика разность потенциалов между обкладками увеличилась от 100 В до 600 В. Чему равна диэлектрическую проницаемость диэлектрика?
292. Между обкладками заряженного плоского конденсатора вдвигается пластина из диэлектрика с диэлектрической проницаемостью ϵ . Какие изменения произойдут?

- с зарядом q на пластинах конденсатора;
- с напряженностью поля E между обкладками;
- с емкостью C ;
- с разностью потенциалов между обкладками U .

Рассмотреть два случая: конденсатор отключен от источника и конденсатор продолжает оставаться подключенным к источнику

293. Во сколько раз по отношению к первоначальной изменится емкость конденсатора, если в него вставить кусок металла толщиной в $1/2$ расстояния между обкладками.
294. Как изменится емкость плоского воздушного конденсатора при введении в него пластины с диэлектрической проницаемостью ϵ таким образом, что диэлектрик занимает половину объема конденсатора. Рассмотреть два случая: диэлектрик разделяет объем конденсатора вдоль пластин и поперек.
295. К батарее с напряжением 100 В присоединили два конденсатора емкостью $0,02$ мкФ и $0,03$ мкФ. Определить заряд первого конденсатора, если они соединены последовательно.
296. Конденсатор емкости C , при помощи переключателя присоединяют сначала к источнику тока с напряжением U , а потом к незаряженному конденсатору емкости C_1 . Найдите заряд q_1 , который появится на конденсаторе C_1 .
297. Два плоских конденсатора с емкостями C_1 и C_2 , обладающих зарядами q_1 и q_2 , включают в замкнутую цепь так, что положительно заряженная пластина одного конденсатора соединяется с отрицательно заряженной пластиной другого. Определите заряд каждого конденсатора в этом случае.
298. Конденсаторы емкостью 5 мкФ и 2 мкФ заряжены до разности потенциалов 20 В и 50 В, соответственно. После зарядки их соединили одноименными полюсами. Определить разность потенциалов между обкладками конденсаторов после их соединения.
299. В схеме на рисунке 28 емкость батареи конденсаторов не изменяется при замыкании ключа K . Определите емкость конденсатора C_x .
300. Определите емкость C_{ab} батареи конденсаторов, изображенной на рисунке 29, в случае, когда ключи K_1 , K_2 , K_3 и K_4 замкнуты, а ключ K_5 разомкнут.



301. Одна из пластин незаряженного плоского конденсатора освещается рентгеновскими лучами, вырывающими из нее электроны со скоростью 10 м/с. Электроны собираются на второй пластине. Через какое время фототок между пластинами прекратится, если с каждого квадратного сантиметра площади вырывается ежесекундно 10 электронов? Расстояние между пластинами 10 мм.
302. Бумага пробивается при напряженности электрического поля 18 кВ/см. Два плоских конденсатора, между пластинами которых находится эта бумага, соединены последовательно. Емкость одного из них 1200 пФ, второго 400 пФ, расстояние между пластинами одинаково и равно 2 мм. При каком наименьшем напряжении будет пробита эта система.
303. Плоский воздушный конденсатор емкостью 5×10^{-9} Ф заряжен до напряжения 2 В. Какую работу нужно совершить, чтобы, раздвигая обкладки, увеличить расстояние между ними в 2 раза. Конденсатор после заряжения отключен от источника.

VIII. Электрический ток.

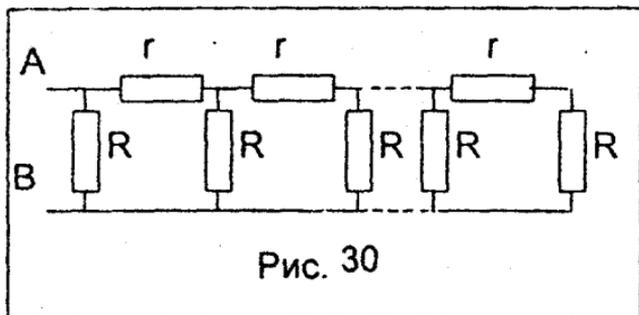
Электрический ток. Электрическое сопротивление. Закон Ома для участка цепи. Шунты и добавочные сопротивления.

304. В синхротроне электроны движутся по почти круговой орбите радиусом 40 м. Во время цикла на орбите находится 10^{11} электронов, скорость которых практически равна скорости света. Чему равна сила тока?

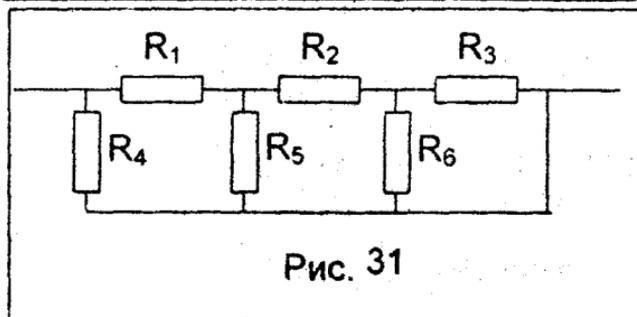
305. Сколько электронов проходит через поперечное сечение проводника за время 10 с при силе тока $32 \cdot 10^{-6} \text{ А}$? Элементарный заряд $e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$.
306. Какое напряжение можно приложить к катушке, имеющей 1000 витков медного провода с диаметром витков 6 см, если допустимая плотность тока 2 А/мм^2 , удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$?
307. Сопротивление медного провода вдвое больше, чем алюминиевого, а масса в четыре раза меньше. Определить, какой провод длиннее и во сколько раз. Плотность меди $8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, алюминия $2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, удельное сопротивление меди $0,01 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$, алюминия $0,028 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$.
308. Угольный стержень соединен последовательно с железным той же толщины. При каком соединении их длин сопротивление данной комбинации не зависит от температуры? Температурные коэффициенты сопротивления угля и железа соответственно $-0,8 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$ и $6 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$, удельные сопротивления угля и железа соответственно $4 \cdot 10^{-5} \text{ Ом}\cdot\text{м}$ и $1,2 \cdot 10^{-7} \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

309. Из проволочек, имеющих одинаковое сопротивление r , построили куб. Найдите полное сопротивление фигуры, включенной в цепь между вершинами, лежащими на диагонали куба.

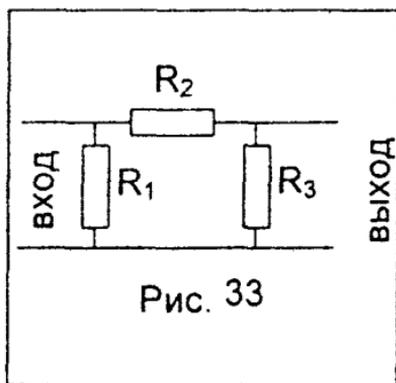
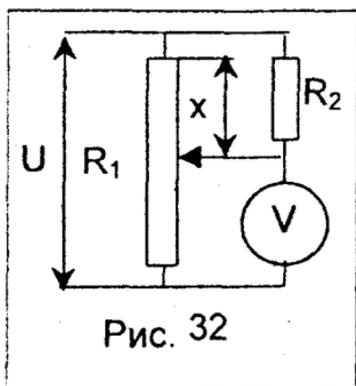
310. Цепь составлена из бесконечного числа ячеек (рис. 30). Определите общее сопротивление такой цепи.



311. В цепи (рис. 31) $R_1=3 \text{ Ом}$, $R_2=9 \text{ Ом}$, $R_3=R_4=R_6=6 \text{ Ом}$, $R_5=4 \text{ Ом}$. Найти сопротивление цепи.



312. В розетку с напряжением 200 В включены последовательно два сопротивления: 100 Ом и 500 Ом. К концам второго сопротивления подключен вольтметр. Найти сопротивление вольтметра, если он показывает 160 В.
313. Определите зависимость показаний идеального вольтметра, подключенного к потенциометру сопротивлением R_1 , от положения x движка потенциометра. Напряжение, подаваемое на потенциометр U . Включенный в схему (рис. 32) резистор имеет сопротивление R_2 . При перемещении движка потенциометра сопротивление меняется по линейному закону $r = Rx$, где x принимает значения от 0 до 1. Чему равно показание вольтметра, когда движок находится посередине потенциометра?
314. Если на вход электрической цепи (рис. 33) подано напряжение 100 В, то напряжение на выходе 40 В. Если на выход цепи подать напряжение 60 В, то напряжение на входе окажется равным 15 В. Сопротивление $R_3 = 60$ Ом. Определите сопротивления R_2 и R_1 .



315. Сопротивление амперметра 0,04 Ом, а максимальный электрический ток, который можно измерить этим прибором, 1,2 А. Определите сечение медного провода длиной 10 см, который нужно подключить к амперметру, чтобы можно было измерить этим прибором электрический ток 6 А. Удельное сопротивление меди $1,75 \times 10^{-8}$ Ом \cdot м.
316. К гальванометру с сопротивлением 290 Ом присоединили шунт, понижающий чувствительность гальванометра в 10 раз. Какой резистор надо включить последовательно с шунтированным гальванометром, чтобы общее сопротивление осталось неизменным?

317. Имеется прибор с ценой деления 10 мкА. Шкала прибора имеет 100 делений, внутреннее сопротивление прибора 50 Ом. Как из этого прибора сделать вольтметр с пределом измерения напряжения 200 В или миллиамперметр с пределом измерения тока 800 мА?
318. Присоединение к вольтметру некоторого добавочного сопротивления увеличивает предел измерения напряжения в n раз. Другое добавочное сопротивление увеличивает предел измерения в m раз. Во сколько раз увеличится предел измерения вольтметра, если включить последовательно с вольтметром эти два сопротивления, соединенные между собой параллельно?

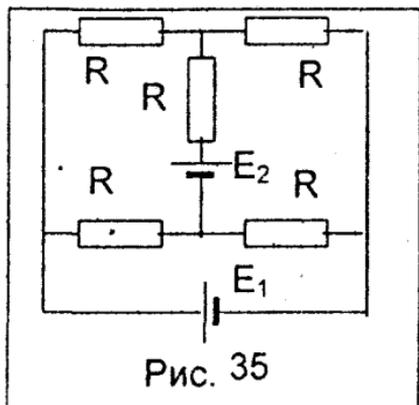
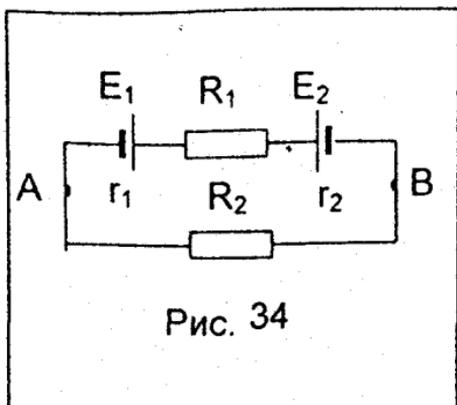
Источники тока. ЭДС. Закон Ома для участка цепи, содержащего ЭДС. Закон Ома для полной цепи. Правила Кирхгофа.

319. Ток в цепи батареи с ЭДС 30 В равен 3 А. Напряжение на зажимах батареи равно 18 В. Найти внутреннее сопротивление батареи
320. Батарея состоит из 8 элементов соединенных последовательно. ЭДС каждого элемента 1,5 В, внутреннее сопротивление 0,25 Ом. Внешняя цепь представляет собой два проводника 10 Ом и 50 Ом, соединенных параллельно. Определить напряжение на зажимах батареи.
321. Два элемента с ЭДС $E_1=2$ В и $E_2=1$ В и внутренними сопротивлениями $r_1=0,7$ Ом и $r_2=0,3$ Ом соответственно соединены клеммами с противоположными знаками. Определите разность потенциалов на зажимах такой батареи.
322. Имеется два последовательно соединенных источника одинаковой ЭДС, но с разными внутренними сопротивлениями r_1 и r_2 , замкнутыми на внешнее сопротивление. При каком значении внешнего сопротивления разность потенциалов на зажимах одного из источников равна нулю и на каком ($r_1 > r_2$)?
323. Пять одинаковых элементов, соединенных последовательно на внешнее сопротивление величиной 3 Ом, дали ток 2,5 А. Те же элементы, соединенные параллельно на внешнее сопротивление величиной 2,46 Ом, дали ток 0,8 А. Определите ЭДС и внутреннее сопротивление каждого элемента.
324. На схеме (рис. 34) $E_1=12$ В, $E_2=6$ В, $R_1=4$ Ом, ток в электрической цепи равен $I=1$ А, внутреннее сопротивление

источников $r_1=0,75$ Ом, $r_2=0,25$ Ом. Определите напряжение между точками А и В.

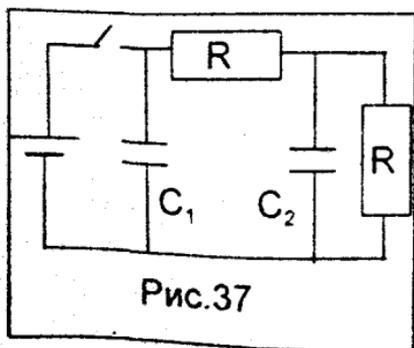
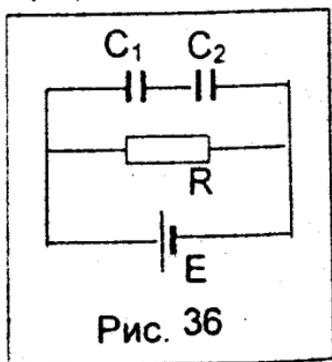
325. Два элемента с ЭДС $E_1=2$ В и $E_2=1,5$ В и внутренними сопротивлениями $r_1=0,3$ Ом и $r_2=0,2$ Ом включены в цепь параллельно с внешним сопротивлением $R=2$ Ом. Определить силу тока через внешнее сопротивление и в каждом элементе.

326. Определите токи в элементах цепи (рис. 35), $R=6$ Ом, $E_1=12$ В и $E_2=6$ В. Внутренним сопротивлением источников пренебречь.



327. Когда параллельно конденсатору, подключенному к зажимам батареи, подключили резистор сопротивлением 15 Ом, заряд конденсатора уменьшился в 1,2 раза. Определите внутреннее сопротивление батареи.

328. Найдите напряжения на конденсаторах C_1 и C_2 в схеме (рис. 36), если известно, что при замыкании резистора с сопротивлением R накоротко ток через батарею возрастает в три раза. ЭДС батареи равна E .

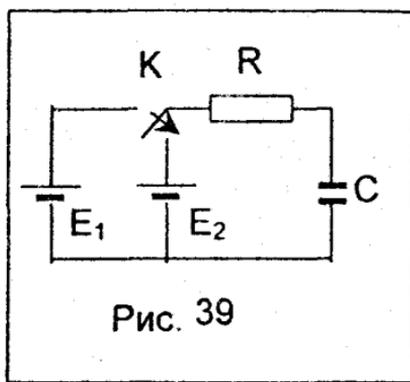
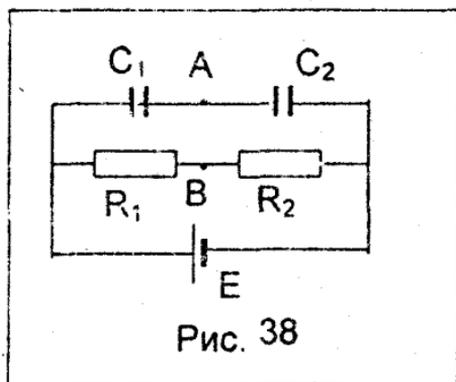


329. В изображенной на рисунке 37 схеме $C_1=C_2=10$ мкФ, $R=4,5$ Ом. В момент замыкания ключа через источник протекает

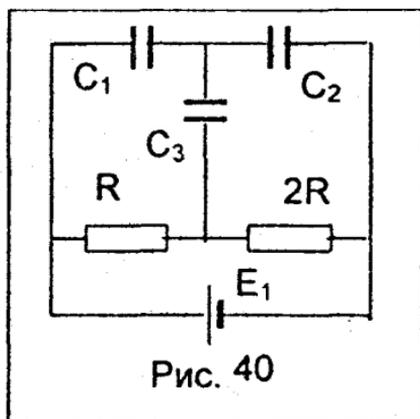
ток 10 А. Установившийся ток 1,0 А. Определить заряд накопившийся на обкладках конденсатора C_1 после замыкания ключа.

330. Определите разность потенциалов между точками А и В цепи (рис. 38). Внутренним сопротивлением источника пренебречь.

331. Две батареи с ЭДС E_1 и E_2 , конденсатор емкостью C и резистор R соединены, как показано на рисунке 39. Определите количество теплоты Q , которое выделится в резисторе после переключения ключа K .



332. В электрической цепи (рис. 40) определите заряды конденсаторов. ЭДС источника – E . Внутренним сопротивлением источника пренебречь. $C_1=C_3=C$, $C_2=2C$



*Работа и мощность
электрического тока.*

333. Какую мощность потребляет 25-ваттная лампочка, рассчитанная на напряжение 120 В, если ее включить в сеть с напряжением 220 В? Изменение сопротивления лампочки не учитывать.

334. Две лампочки, рассчитанные на напряжение 127 В, имеют мощности 60 и 100 Вт соответственно. Какая из них будет

гореть ярче при последовательном включении в сеть с напряжением 220 В?

335. Два проводника одинаковой длины из одного и того же материала сечением один в два раза больше другого ($S_1=2S_2$) включены последовательно в цепь. Сравните количество теплоты, выделившееся в каждом из этих проводников за одинаковое время: Q_1/Q_2 .
336. Источник тока с ЭДС E и внутренним сопротивлением r замкнут на высокоомный реостат. Установите зависимость мощности P , выделяемой на реостате, от сопротивления R введенной части реостата. Постройте график $P(R)$.
337. Проволочное кольцо включено в электрическую цепь. Контакты делят длину кольца в отношении 1:2. При этом в кольце выделяется мощность $P_1=104$ Вт. Какая мощность P_2 выделилась бы в кольце, если бы контакты были расположены по диаметру кольца при том же токе во внешней цепи?
338. Батарея с ЭДС 12 В может отдать во внешнюю цепь максимальную мощность 15 Вт. Найдите внутреннее сопротивление батареи.
339. Электрический чайник имеет две спирали. При включении одной из них вода в чайнике закипает через 15 мин, при включении другой - через 30 мин. Через какое время закипит вода, если включить обе спирали последовательно?
340. Определить полную мощность элемента при сопротивлении внешней цепи, равняется 4 Ом, если внутреннее сопротивление элемента равно 2 Ом, то напряжение на его зажимах 6 В.
341. Определить сопротивление внешней цепи, при котором мощность, потребляемая во внешней цепи, такая же, как и при сопротивлении 10 Ом. Внутреннее сопротивление элемента 2,5 Ом.
342. В цепи с аккумулятором, имеющим ЭДС 2,2 В и внутреннее сопротивление 0,2 Ом, идет ток величиной 4 А. Определить КПД аккумулятора.
343. Определите массу меди, нужной для устройства двухпроводной линии длиной 5 км. Напряжение на шинах станции 2,4 кВ. Передаваемая потребителю мощность 60 кВт. Допускаемая потеря напряжения в проводах равна 8%. Плотность меди $8,9 \text{ г/см}^3$, удельное сопротивление $1,7 \times 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

344. Источник постоянного тока с внутренним сопротивлением 1 Ом замкнут в первом случае на резистор сопротивлением R , во втором случае - на четыре таких же резистора, соединенных параллельно. Определите сопротивление R , если мощность, выделяемая в нагрузке, в первом и втором случаях одна и та же.
345. Лампу, рассчитанную на напряжение 2.5 В и ток 0.2 А подключают с помощью проводов к идеальной батарее. Амперметр, включенный в последовательно с лампой, показывает ток 0.2 А . Когда амперметр подключили к лампе параллельно, она накалилась так же, как и в первом случае. Какой ток показывает амперметр? Сопротивление проводов 2 Ом .

Электрический ток в различных средах. Законы электролиза Фарадея.

346. При никелировании изделий в течение времени 5 час отложился слой никеля толщиной $0,05 \text{ мм}$. Определить плотность тока при электролизе. Электрохимический эквивалент никеля $3 \times 10^{-7} \text{ кг/Кл}$. Плотность никеля $8,9 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$.
347. При электролизе воды через ванну в течении 25 минут тек ток 20 А . Какова температура выделившегося кислорода, если он находится в объеме 1 л под давлением 2 атм ?
348. Никелирование пластины с поверхностью $S=100 \text{ см}^2$ продолжается 4 ч при токе $0,4 \text{ А}$. Молярная масса никеля $58,7 \times 10^{-3} \text{ кг/моль}$, его валентность 2 , а плотность $8,9 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$. Определите толщину слоя никеля, который покрое за это время пластину.
349. Через водный раствор серной кислоты пропускали ток силой 1 А в течение 2 мин . Каковы объемы выделившихся при этом водорода и кислорода? Считать, что эти газы находятся при нормальных условиях.
350. При электролизе раствора сульфата меди была совершена работа $4 \text{ кВт} \times \text{ч}$. Определите количество выделившейся меди, если напряжение между электродами ванны 6 В .
351. Две электролитические ванны соединены последовательно. В первой ванне выделилось $19,5 \text{ г}$ цинка, во второй $11,2 \text{ г}$ железа. Какова валентность железа, если валентность цинка

равна 2? Молярная масса цинка 0,065 кг/моль, железа 0,056 кг/моль.

352. Какая затрата энергии для получения 1 кг алюминия, если электролиз ведется при напряжении 10 В, а КПД всей установки составляет 60%? Атомная масса алюминия 27 а.е.м., валентность – 3.
353. Ток насыщения при несамостоятельном разряде равен $4,8 \times 10^{-12}$ А. Найти число пар ионов, создаваемых в единицу времени внешним ионизатором.
354. Энергия ионизации молекул воздуха 15 эВ. Найти среднюю длину свободного пробега электрона в воздухе. При нормальном давлении искровой разряд в воздухе возникает при напряжении электрического поля 3 МВ/м.
355. При каком напряжении зажигается неоновая лампочка, если расстояние между электродами, имеющими вид тонких пластин, равно d , энергия ионизации неона $W_{и}$. Длина свободного пробега электронов между двумя последовательными столкновениями с атомами неона λ ?

356. На схеме, изображенной на рисунке 41, емкость конденсатора $C_2 = 10$ мкФ, сопротивление резистора $R = 2$ кОм, площадь пластин конденсатора C_1 , емкостью равна 100 см², а расстояние между ними 5 мм. Мощность рентгеновского излучателя, который ионизирует воздух между обкладками конденсатора C_1 , равна 2×10^{12} пар носителей заряда за 1 с в 1 м³.

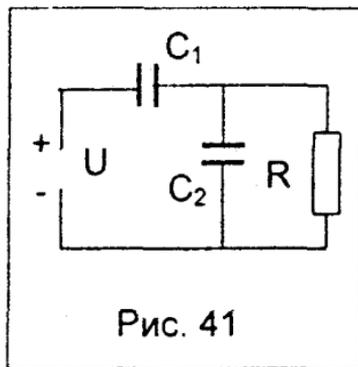


Рис. 41

Заряд носителей равен элементарному заряду $e = 1,6 \times 10^{-19}$ Кл. Все образованные за единицу времени носители заряда долетают до пластин конденсатора. Определите заряд на конденсаторе C_2 .

Итоговые домашние задания.

Домашнее задание 10-1

- 1.1. По дорожкам, образующим угол 60° движутся два автомобиля с одинаковыми скоростями 72 км/ч . Через какое время, после одновременного прохождения перекрестка, расстояние между ними станет равным 3 км ?
- 1.2. Поезд первую половину пути двигался со скоростью 72 км/ч . Половину оставшегося времени с 54 км/ч . Остаток пути со скоростью 25 м/с . Найти среднюю скорость на всем пути.
- 1.3. Двигаясь равноускоренно, автомобиль увеличил свою скорость от 30 км/ч до 90 км/ч . На начальном участке этого пути автомобиль двигался со средней скоростью 40 км/ч . С какой средней скоростью автомобиль прошел остаток пути.
- 1.4. За 5 сек тело прошло путь 50 м , за 10 сек полный путь, пройденный телом равен 150 м . Найти среднюю скорость на последней трети пути и путь пройденный телом за шестую секунду.
- 1.5. По наклонной плоскости пустили снизу вверх небольшой шарик. На расстоянии L от начала пути шарик побывал дважды: через t_1 и через t_2 после начала движения. Определите начальную скорость и ускорение шарика, считая его постоянным.
- 1.6. Тело падает без начальной скорости с высоты 45 м . Найти среднюю скорость на второй половине пути.
- 1.7. Тело брошено с некоторой высоты горизонтально со скоростью 10 м/с . Через сколько времени его скорость будет направлена под углом 60° к горизонту?
- 1.8. Тело бросают с высоты 20 м со скоростью 15 м/с , направленной под углом 30° к горизонту (вверх). С какой скоростью (по величине и направлению) тело упадет на Землю.
- 1.9. Тело свободно падает со скалы высотой H . Одновременно с началом падения первого тела на расстоянии L от скалы с поверхности Земли бросили другое тело под углом α к горизонту. Найти начальную скорость второго тела, если известно, что тела столкнулись.
- 1.10. Шкив радиусом $0,5 \text{ м}$ приводится во вращение с помощью веревки, намотанной на него. Конец веревки тянут с ускорением

$0,1 \text{ м/с}^2$. Найдите полное ускорение a нижней точки шкива спустя 2 с после начала движения.

Итоговое домашнее задание 10-2

- 2.1. На тело массой 2 кг , движущееся по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью 20 м/с , начали действовать две силы в вертикальной плоскости. Первая сила имеет модуль 3 Н и направлена под углом 60° (вверх) к вектору скорости. Вторая сила имеет модуль 4 Н и составляет угол 120° к вектору скорости. Найти путь пройденный телом за первые 100 с движения под действием сил.
- 2.2. Тело массой 10 кг лежит на горизонтальном шероховатом столе. Коэффициент трения между телом и столом $0,1$. На тело начинает действовать сила под углом 60° к горизонту. Модуль силы меняется по закону $F = c \times t$, где $c = 0,5 \text{ Н/с}$. Через какой промежуток времени после начала действия силы, тело начнет движение?
- 2.3. Автомобиль начал двигаться с ускорением 2 м/с^2 . При скорости 70 км/ч его ускорение стало равным 1 м/с^2 . Найти максимальную скорость автомобиля, если сила тяги автомобиля постоянна, а сила сопротивления пропорциональна скорости.
- 2.4. Тело соскальзывает с наклонной плоскости, составляющей угол 30° с горизонтом, с ускорением $3,3 \text{ м/с}^2$. То же тело движется по инерции вверх по наклонной плоскости с ускорением $6,7 \text{ м/с}^2$. Найти коэффициент трения тела о плоскость.
- 2.5. На наклонной плоскости, образующей с горизонтом угол 30° , лежит тело массой 1 кг . Чтобы сдвинуть тело вниз достаточно приложить к нему вдоль плоскости силу 1 Н . Телу сообщают скорость 1 м/с вверх по наклонной плоскости. Найти коэффициент трения; значение силы трения во время движения, путь, который пройдет тело до остановки.
- 2.6. Две гири массами 7 кг и 11 кг связаны идеальной нитью, которая перекинута через идеальный неподвижный блок. Гири вначале находятся на одной высоте. Через какое время после начала движения без начальной скорости расстояние между гирями будет равным 10 см .
- 2.7. На горизонтальной плоскости лежит доска массой 2 кг , на которой помещен груз массой 1 кг . Горизонтальная сила 20 Н

приложена к грузу. Коэффициент трения между плоскостью и доской 0,1, между доской и грузом 0,5. Найдите ускорение обоих тел и необходимое условие для того, чтобы сдернуть груз с доски.

- 2.8. Во сколько раз увеличится сила трения бруска о горизонтальный диск, если угловая скорость вращения диска увеличится с 1 рад/с до 10 рад/с? Расстояние от бруска до оси вращения 20 см, коэффициент трения 0,3.
- 2.9. Тяжелый шарик, подвешенный на нити длиной 1 м, описывает окружность в горизонтальной плоскости (конический маятник). Найдите период обращения шарика, если маятник находится в лифте, движущемся с постоянным ускорением 5 м/с^2 , направленным вниз. Нить составляет с вертикальным направлением угол 60° .
- 2.10. Какой продолжительности должны быть сутки на Земле, чтобы тела на экваторе не имели веса? Радиус Земли принять равным 6400 км.

Итоговое домашнее задание 10-3

- 3.1. Тело массой 1 кг брошено под углом к горизонту. За время полета его импульс изменился на $10 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$. Определите наибольшую высоту подъема тела.
- 3.2. Гимнаст массой 50 кг, имея при себе груз массой 5 кг, прыгает под углом 50° к горизонту со скоростью 6 м/с. В тот момент, когда им достигнута наибольшая высота, он бросает груз со скоростью 2 м/с (относительно себя) назад. На сколько увеличится дальность прыжка гимнаста вследствие того, что им был брошен камень?
- 3.3. Стальной шарик, упавший с высоты 2 м на стальную доску, отскакивает от нее с потерей 6,25% кинетической энергии. Найдите время, которое проходит от начала движения шарика до его второго падения на доску.
- 3.4. Небольшой груз массой 0,18 кг, подвешенный на длинной нити, приходит в движение без начальной скорости из положения, в котором нить составляет угол 90° с вертикалью. Известно, что нить разрывается при натяжении 2,7 Н. Определите угол нити с вертикалью в тот момент, когда она разрывается.
- 3.5. Невесомая пружина жесткостью k и длиной L стоит вертикально на столе. С высоты H над столом на нее падает небольшой груз

массой m . Какую максимальную скорость будет иметь груз при своем движении вниз.

- 3.6. С горы высотой 2 м и углом с наклона к горизонту 30° съезжают санки, которые останавливаются, пройдя путь 20 м от основания горы. Найдите коэффициент трения. Начальная скорость санок равна нулю.
- 3.7. Брусок массой 1 кг лежит на шероховатой горизонтальной плоскости. К нему прикреплена невесомая пружина, жесткость которой 40 Н/м. Коэффициент трения между бруском и плоскостью 0,8. Какую работу необходимо совершить, чтобы равномерно переместить брусок из состояния покоя (пружина не деформирована) на расстояние 2 м?
- 3.8. Тело массой m , движущееся со скоростью v , налетает на покоящееся тело и после упругого соударения отскакивает от него под углом 90° к первоначальному направлению своего движения со скоростью $v/2$. Определите массу второго тела.
- 3.9. Брусок массой 1,5 кг лежит на горизонтальной поверхности. В него попадает пуля, летящая горизонтально, и пробивает его. Масса пули 9 г, скорость перед ударом 800 м/с, а после вылета из бруска 150 м/с. Какой путь пройдет брусок до остановки, если коэффициент трения между бруском и поверхностью 0,2. Смещением бруска во время удара пренебречь.
- 3.10. Брусок массой m , двигавшийся горизонтально, въезжает на гладкую горку массы M , которая может скользить без трения по горизонтальному столу. Найдите скорость горки в тот момент, когда брусок достигнет высшей точки своего подъема высотой H (H меньше высоты горки).

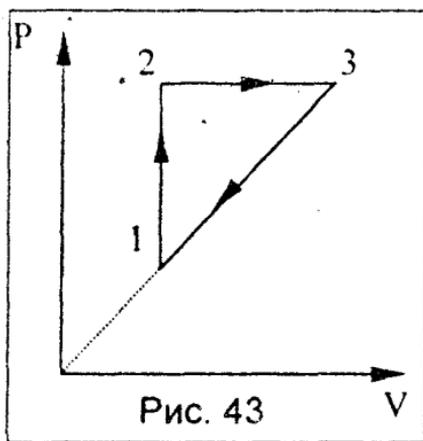
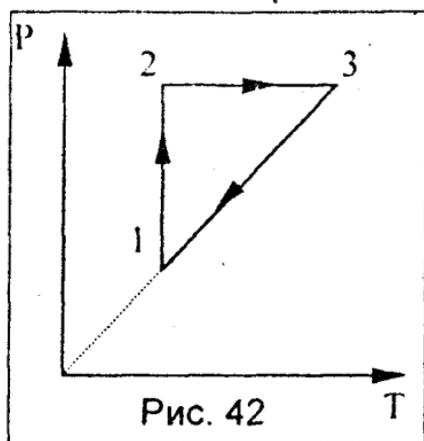
Итоговое домашнее задание 10-4

- 4.1 Найдите положение центра масс однородного диска радиуса R , из которого вырезано отверстие радиуса r_1 ($r_1 < R/2$). Центр отверстия находится на расстоянии r_2 от центра диска.
- 4.2 По деревянным сходням, образующим угол α с горизонтом, втаскивают за привязанную к нему веревку ящик, коэффициент трения ящика о сходни μ . Под каким углом β к горизонту следует тянуть веревку, чтобы с наименьшим усилием втащить ящик?

- 4.3. Стальная балка длиной d , и равномерно распределенной массой m одним концом закреплена в шарнире на полу и удерживается в наклонном положении горизонтальным тросом. Угол наклона балки к горизонту α . Найти реакцию опоры в шарнире и натяжение троса.
- 4.4. К стене прислонена лестница массы m под углом α к вертикали. Центр масс лестницы находится на расстоянии $1/3$ ее длины от верхнего конца. Какую горизонтальную силу F надо приложить к середине лестницы, чтобы ее верхний конец не оказывал давления на стену.
- 4.5. Алюминиевый и свинцовый шары, одинакового объема подвешены на разных пружинных весах. Шары полностью погружены в воду. Плотность свинца 11350 кг/м^3 , плотность алюминия 2700 кг/м^3 , плотность воды 1000 кг/м^3 . Во сколько раз показание весов, на которых подвешен свинцовый шар, будут больше показаний весов, на которых подвешен алюминиевый шар?
- 4.6. К концу однородной палочки, имеющей массу 4 г , подвешен на нити алюминиевый шарик радиусом $0,5 \text{ см}$. Палочку кладут на край стакана, добиваясь равновесия при погружении в воду половины шарика. В каком отношении делится палочка точкой опоры? Плотность алюминия равна $2,7 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$.
- 4.7. Какова должна быть площадь плоской льдины толщиной 50 см , чтобы удержать на воде груз массой 1 т ? Глубина погружения льдины не должна превышать 48 см . Плотность льда $0,9 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$.
- 4.8. Какой высоты столб керосина может уравновесить в сообщающихся сосудах столб ртути высотой 16 см ? Плотность ртути 13600 кг/м^3 . Плотность керосина 800 кг/м^3 .
- 4.9. В два цилиндрических сообщающихся сосуда налита ртуть. Сечение одного сосуда в два раза больше другого. Широкий сосуд доливают до краев водой. На какую высоту поднимется при этом уровень ртути в другом сосуде? Первоначальный уровень ртути был на расстоянии L от края сосудов. Значения плотностей жидкостей известны.
- 4.10. На гладкой горизонтальной поверхности стоит сосуд с водой. В боковой стенке сосуда у дна проделано отверстие площади S . Какую силу нужно приложить к сосуду, чтобы удержать его в равновесии, если высота уровня жидкости в сосуде равна h .

Итоговое домашнее задание 10-5

- Найти объем куска урана, в котором содержится $4,8 \times 10^{23}$ молекул. Молярная масса урана 239 кг/кмоль, плотность $19,1 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$.
- Сколько молекул ртути содержится в 1 м^3 воздуха в помещении, зараженном ртутью, при температуре 293 К, если давление насыщенного пара ртути при этой температуре 133 мПа?
- Изобразите указанный на графике (рис. 42) циклический процесс идеального газа постоянной массы в осях V, T и p, V .
- Газ последовательно проходит цикл изображенный на рисунке 43 1-2-3-1. Найти температуру T_3 , если T_1 и T_2 известны.



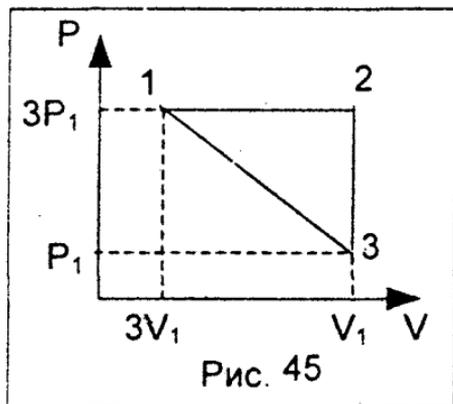
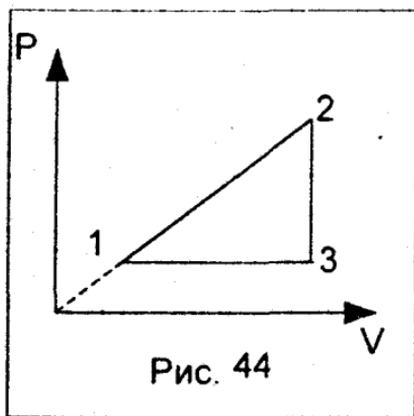
- В сосуд со ртутью опускают открытую с обеих сторон стеклянную трубку, оставляя над поверхностью конец длиной 60 см. Затем трубку закрывают сверху и погружают еще на 30 см. Найдите высоту столба воздуха в трубке. Атмосферное давление 760 мм.рт.ст.. Влиянием сил поверхностного натяжения пренебречь.
- Одноатомный газ в количестве 2,5 молей при его изобарическом нагревании на 10 К увеличил объем на $2,0 \cdot 10^3 \text{ м}^3$. Найти давление газа, при котором происходил процесс.
- Спутник погрузился в тень Земли. При этом температура понизилась с 300 К до 297 К, а давление уменьшилось на 1 кПа. Чему равна масса воздуха в спутнике, если его объем 10 м^3 ? Молярная масса воздуха 29 г/моль.

- 5.8. В сосуде при атмосферном давлении 10^5 Па находится воздух, температура которого 10°C и относительная влажность 60%. На сколько изменится относительная влажность воздуха, если сосуд нагреть до температуры 100°C и уменьшить объем в 3 раз? Давление насыщающих паров воды при 10°C - 1224 Па. Считать содержащийся в воздухе пар идеальным газом.
- 5.9. Два баллона емкостью 3 л и 7 л наполнены соответственно кислородом при давлении 2×10^5 Па и азотом при давлении 3×10^5 Па. Температура газов в баллонах одинаковая. Баллоны соединяются между собой, при этом образуется смесь. Температура газов не изменяется. Каково давление смеси?
- 5.10. Внутри закрытого с обоих концов горизонтального цилиндра имеется поршень, который скользит без трения. С одной стороны поршня находится 3 г водорода, с другой – 17 г азота. Какую часть объема цилиндра занимает водород?

Итоговое домашнее задание 10-6

- 6.1. Смесь, состоящую из $m_1=5$ кг льда и $m_2=15$ кг воды при температуре $t_0=0^\circ\text{C}$, нужно нагреть до температуры $t_1=80^\circ\text{C}$ пропусканием водяного пара при $t_2=100^\circ\text{C}$. Определить необходимое количество пара m . Удельная теплота плавления льда $\lambda=3,35 \times 10^5$ Дж/кг, удельная теплота парообразования воды $r=2,26 \times 10^6$ Дж/кг, удельная теплоемкость воды $c=4,2 \times 10^3$ Дж/(кг \times К).
- 6.2. С какой минимальной скоростью должен влететь в атмосферу метеорит, чтобы он весь расплавился? Метеорит состоит из железа с начальной температурой 273 К. Температура плавления железа 1808 К, удельная теплоемкость $0,46 \times 10^3$ Дж/(кг К), удельная теплота плавления $2,7 \times 10^5$ Дж/кг. Считать, что 20% энергии рассеивается в атмосфере.
- 6.3. Идеальный газ расширяется по закону $p=kV$, где k – константа. Определите работу A , совершенную газом при расширении от V_1 до V_2 . Нарисовать график процесса.
- 6.4. Кислород массой 0,3 кг при температуре 300 К охладили изохорно, при этом его давление уменьшилось в 3 раза. Затем газ изобарно нагрели до прежней температуры. Какую работу совершил газ?

- 6.5. При нагревании идеальный газ, заполняющий шар с растягивающейся оболочкой, совершает работу 75 Дж. На сколько градусов меняется температура газа, если начальный объем шара 4 л, начальная температура 300 К, атмосферное давление 0,1 МПа? Упругостью оболочки пренебречь
- 6.6. На диаграмме на рисунке 44 изображен круговой процесс, который совершает один моль идеального газа. Определить, как менялась температура газа. На каких участках газ отдавал, а на каких получал тепло?
- 6.7. Тепловая машина совершает за цикл работу 100 Дж и отдает холодильнику 400 Дж теплоты. Определить КПД машины и количество теплоты, получаемое от нагревателя.
- 6.8. Идеальная тепловая машина 70% теплоты, полученной от нагревателя, отдает холодильнику. Температура нагревателя 400 К. Определить температуру холодильника.
- 6.9. Тепловая машина, рабочим телом которой является один моль идеального газа, совершает цикл изображенный на рисунке 45. Найти КПД машины.



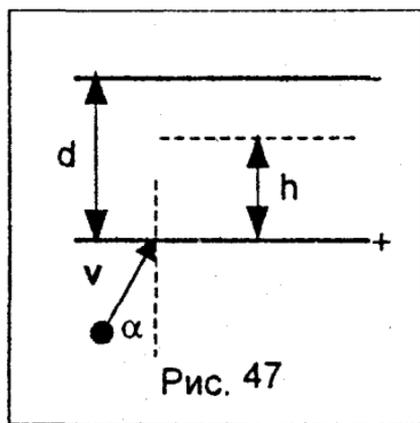
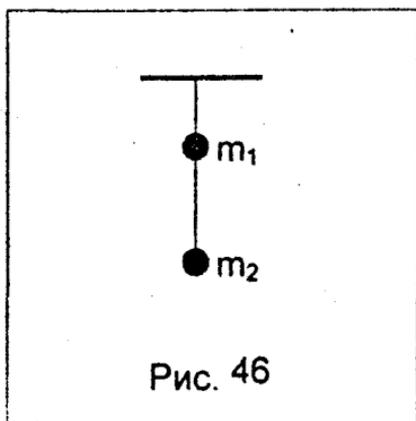
- 6.10. В холодильник, потребляющий мощность 200 Вт, поместили 2 кг воды при температуре 20° С. Через 30 минут вся вода превратилась в лед. Какое количество теплоты выделилось при этом в комнате?

Итоговое домашнее задание 10-7

- 7.1. Два точечных заряда находятся на некотором расстоянии друг от друга. Если расстояние между ними уменьшается на 0,5 м,

то сила взаимодействия увеличивается в 4 раза. Найти первоначальное расстояние между зарядами.

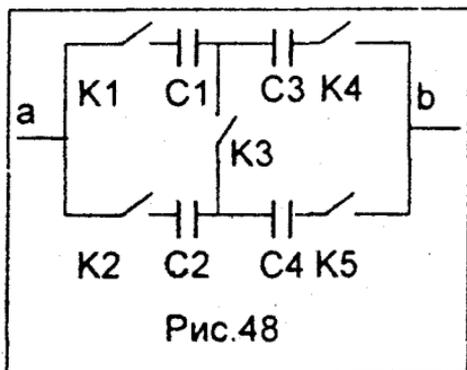
- 7.2. В трех вершинах ромба, составленного из двух равносторонних треугольника со стороной a , помещены положительные заряды q . Определить напряженность и потенциал поля в четвертой вершине.
- 7.3. Шарики малых размеров массами m_1 и m_2 подвешены на невесомых непроводящих нитях (рис. 46). Определить силу натяжения нитей, если шарикам сообщили одинаковые заряды Q . Длина нити, которая связывает шарики между собой – d .
- 7.4. Три положительных заряда: q_1, q_2, q_3 – расположены на одной прямой и связаны друг с другом двумя нитями длиной l каждая. Определите натяжение нитей, если заряд q_2 связан одновременно с зарядами q_1 и q_3 .
- 7.5. Электрон со скоростью 10 см/с влетает в пространство между пластинами плоского конденсатора, между которыми поддерживается разность потенциалов 425 В (рис. 47). Определите максимальное удаление электрона от положительной пластины конденсатора. Отношение заряда электрона к его массе $e/m_e = 1,76 \times 10^{11} \text{ Кл/кг}$, угол падения электронов на отрицательную пластину 30° . Расстояние между пластинами 1 см .



- 7.6. В закрепленном полном металлическом шаре радиусом R проделано маленькое отверстие. Заряд шара равен Q . Точечный заряд q (знаки зарядов противоположны) с массой m летит по прямой, проходящей через центр сферы и отверстия,

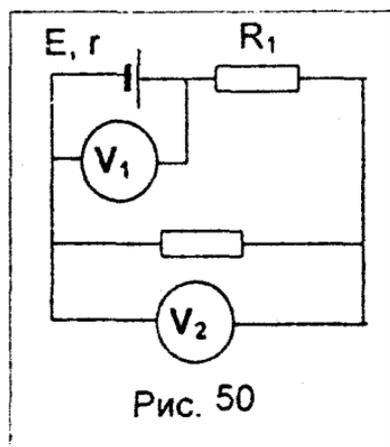
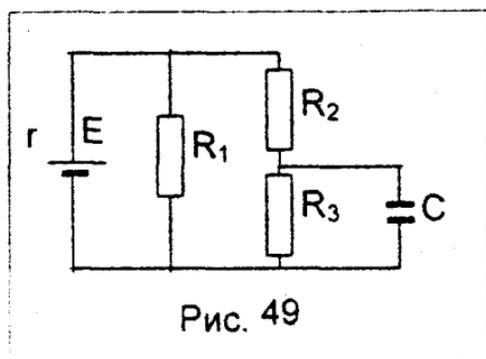
имея на очень большом расстоянии от сферы скорость v_0 . Чему будет равна скорость заряда в центре сферы?

- 7.7. Металлический шар радиуса R_1 , заряженный зарядом q , окружают концентрической сферической оболочкой радиуса R_2 . Какой заряд появится на оболочке после ее заземления? Чему при этом станет равен потенциал шара?
- 7.8. В однородное, горизонтальное электростатическое поле с напряженностью 10 В/м помещена система, состоящая из двух одинаковых и противоположно заряженных шариков, соединенных тонким изолирующим стержнем длиной $0,1 \text{ м}$. Система может только вращаться в горизонтальной плоскости вокруг вертикальной оси, проходящей через середину стержня. Масса и модуль заряда каждого шарика 5 г и 1 мкКл . Система кратковременным воздействием выводится из состояния устойчивого равновесия и приводится во вращательное движение с начальной угловой скоростью 2 с^{-1} . Определите максимальный угол поворота этой системы. Массой стержня пренебречь. Шарики рассматривать как материальные точки.
- 7.9. Два воздушных конденсатора, емкостью 100 пФ каждый, соединены последовательно и подключены к напряжению 10 В . Как изменится заряд конденсаторов, если один из них погрузить в жидкий диэлектрик с проницаемостью 2 .
- 7.10. Определите емкость C_{ab} батареи конденсаторов, показанной на рисунке 48 в случае, когда ключи K_1, K_2, K_4 и K_5 замкнуты, а ключ K_3 разомкнут.

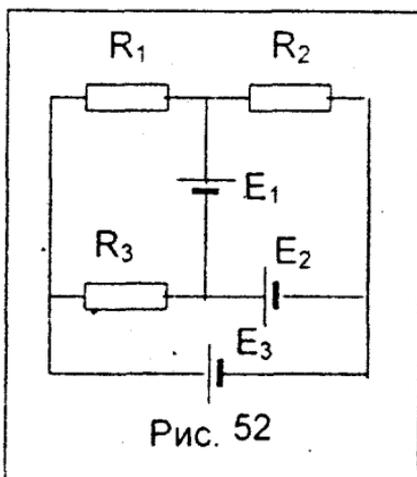
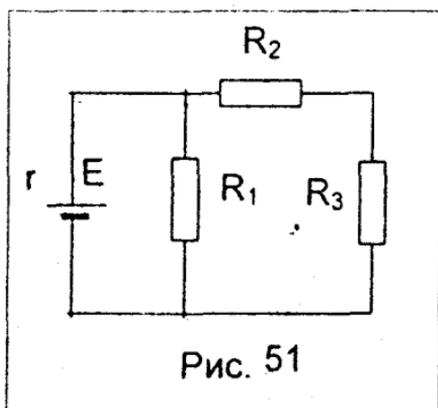


Итоговое домашнее задание 10-8

- 8.1. Найти среднюю скорость направленного движения электронов в металлическом проводнике, по которому течет ток 12 А. Единица объема проводника содержит 5×10^{21} свободных электронов в одном см^3 . Сечение проводника $0,5 \text{ см}^2$.
- 8.2. Куб сварен из одинаковых кусков проволоки, сопротивлением 1 Ом каждый. Найдите общее сопротивление между двумя соседними вершинами куба.
- 8.3. Амперметр рассчитан на измерение максимального тока 0,1 А. При этом падение напряжения на приборе 0,2 В. Каким сопротивлением необходимо зашунтировать прибор, чтобы им можно было измерять ток до 2 А?
- 8.4. Аккумулятор с ЭДС 25 В и внутренним сопротивлением 1 Ом заряжается от сети напряжением 40 В через дополнительное сопротивление 5 Ом. Найдите напряжение на зажимах аккумулятора.
- 8.5. Определите заряд конденсатора емкостью $C=1 \text{ мкФ}$ (рис. 49). $E=10 \text{ В}$, $R_1=100 \text{ Ом}$, $R_2=40 \text{ Ом}$, $R_3=60 \text{ Ом}$, $r=25 \text{ Ом}$.
- 8.6. В цепи (рис. 50) значения E , r , R_1 и R_2 заданы. Определите показания идеальных вольтметров V_1 и V_2 . Идеальный вольтметр обладает бесконечно большим внутренним сопротивлением.



- 8.7. Определите ток в через R_2 . Параметры схемы: $r=1,0$ Ом, $R_1=4,0$ Ом, $R_2=1,0$ Ом, $R_3=3,0$ Ом, $E=6$ В (рис. 51).
- 8.8. Сопротивления всех резисторов в схеме одинаковы (рис. 52) $R_1=R_2=R_3=R_4=R$. ЭДС батарей равны $E_1=E$, $E_2=2E$, $E_3=4E$. Найти модули и направления токов протекающих по каждому резистору и через батареи. Внутренним сопротивлением батарей пренебречь.



- 8.9. Аккумулятор с внутренним сопротивлением $0,08$ Ом при токе 4 А отдает во внешнюю цепь мощность 8 Вт. Какую мощность отдаст он во внешнюю цепь при токе 6 А?
- 8.10. Никелирование пластины с поверхностью 100 см² продолжается 4 ч при токе $0,4$ А. Молярная масса никеля $58,7$ г/моль, его валентность 2 , а плотность $8,9 \times 10^3$ кг/м³. Определить толщину слоя никеля, который покрывает за это время пластину.

СОДЕРЖАНИЕ

I.	Кинематика.	1
II.	Динамика.	7
III.	Законы сохранения	11
IV.	Статика и гидроаэромеханика.	16
V.	Молекулярно – кинетическая теория и газовые законы.	20
VI.	Основы термодинамики.	29
VII.	Электростатика.	35
VIII.	Электрический ток.	43
IX.	Итоговые домашние задания.	52