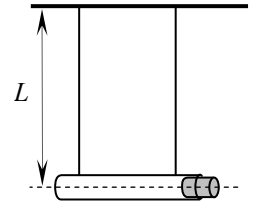
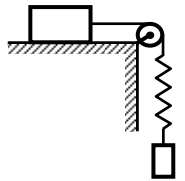


1. Бруски массами m и $3m$ скользят по гладкой горизонтальной поверхности доски навстречу друг другу. Скорости брусков перед ударом противоположны и равны $v_0 = 3$ м/с у каждого. Бруски слипаются и движутся в дальнейшем поступательно. Коэффициент трения между брусками и доской $\mu = 0,2$. На какое расстояние S переместятся слипшиеся бруски к моменту, когда их общая скорость уменьшится на 40 %? Ответ: 0,36 м.
2. Летящий кусок пластилина нагоняет движущийся по горизонтальной поверхности стола брусок и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом сонаправлены и равны соответственно $v_0 = 4,5$ м/с и $v_0/4$. Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом $\mu = 0,2$. На какое расстояние переместятся брусок с пластилином к моменту, когда их скорость станет равна $4v_0/15$? Ответ: 0,45 м.
3. Брусок массой m скользит по горизонтальной поверхности стола и нагоняет брусок массой $6m$, скользящий по столу в том же направлении. В результате неупругого соударения бруски слипаются. Их скорости перед ударом были $v_0 = 7$ м/с и $v_0/3$. Коэффициент трения скольжения между брусками и столом $\mu = 0,5$. На какое расстояние переместятся бруски к моменту, когда их скорость станет равна $2v_0/7$? Ответ: 0,5 м.
4. Пушка, закрепленная на высоте 5 м, стреляет в горизонтальном направлении снарядами массы 10 кг. Вследствие отдачи ее ствол, имеющий массу 1000 кг, сжимает на 1 м пружину жесткости 6000 Н/м, производящую перезарядку пушки. Считая, что относительная доля $\eta = 1/6$ энергии отдачи идет на сжатие этой пружины, найдите дальность полета снаряда. Ответ: 600 м.
5. Начальная скорость снаряда, выпущенного из пушки вертикально вверх, равна 200 м/с. В точке максимального подъема снаряд разорвался на два осколка, массы которых относятся как 1:2. Осколок меньшей массы полетел горизонтально со скоростью 200 м/с. На каком расстоянии от точки выстрела упадет второй осколок. Считать поверхность Земли плоской и горизонтальной. Сопротивление воздуха не учитывать. Ответ: 2 км.
6. Пробирка массой 40 г, содержащая пары эфира, закрыта пробкой и подвешена в горизонтальном положении к штанге на нерастяжимых нитях. Расстояние от центра масс пробирки до штанги $L = 20$ см. При нагревании пробирки пробка вылетает из нее со скоростью 4 м/с. Какова масса пробки, если нити отклонились от вертикали на максимальный угол 60° ? Ответ: ≈ 14 г.
7. Пробирка массой 40 г, содержащая пары эфира, закрыта пробкой массой 10 г и подвешена в горизонтальном положении к штанге на нерастяжимых нитях. При нагревании пробирки пробка вылетает из нее со скоростью 4 м/с, а нить обрывается. Найдите максимально возможное в этих условиях расстояние L от центра масс пробирки до штанги, если нити выдерживают суммарную нагрузку не более 0,6 Н. Ответ: 20 см.
8. Пробирка массой 40 г, содержащая пары эфира, закрыта пробкой и подвешена в горизонтальном положении к штанге на нерастяжимых нитях. При нагревании пробирки пробка вылетает из нее. Каково суммарное натяжение нитей сразу после вылета пробки, если при дальнейшем движении пробирки нити отклонились от вертикали на максимальный угол 60° ? Ответ: 0,8 Н.



C6

1. Брусок, покоящийся на горизонтальном столе, и пружинный маятник, состоящий из груза и легкой пружины, связаны легкой нерастяжимой нитью через идеальный блок (см. рисунок). Коэффициент трения между основанием бруска и поверхностью стола равен 0,25. Груз маятника совершает колебания с периодом 0,5 с вдоль вертикали, совпадающей с вертикальным отрезком нити. Максимально возможная амплитуда этих колебаний, при которой они остаются гармоническими, равна 4 см. Чему равно отношение массы бруска к массе груза? Ответ: $\approx 6,5$
2. Брусок, покоящийся на горизонтальном столе, и пружинный маятник, состоящий из груза и легкой пружины, связаны легкой нерастяжимой нитью через идеальный блок (см. рисунок). Коэффициент трения между основанием бруска и поверхностью стола равен 0,25. Груз маятника совершает колебания с частотой 2,5 Гц вдоль вертикали, совпадающей с вертикальным отрезком нити. Максимально возможная амплитуда этих колебаний, при которой они остаются гармоническими, равна 4 см. Чему равно минимальное значение отношения массы бруска к массе груза? Ответ: 8.
3. Брусок, покоящийся на горизонтальном столе, и пружинный маятник, состоящий из груза и легкой пружины, связаны легкой нерастяжимой нитью через идеальный блок (см. рисунок). Груз маятника совершает колебания с периодом 0,5 с вдоль вертикали, совпадающей с вертикальным отрезком нити. Максимально возможная амплитуда этих колебаний, при которой они остаются гармоническими, равна 4 см. Отношение массы бруска к массе груза равно 6. Чему равен коэффициент трения между основанием бруска и поверхностью стола? Ответ: $\approx 0,27$.



Тепловые явления (2007)

C2

1. Один моль одноатомного идеального газа сначала изотермически расширился ($T_1 = 300$ К). Затем газ нагрели, повысив давление в 3 раза (см. рисунок 1). Какое количество теплоты получил газ на участке 2-3? Ответ: $\approx 7,5$ кДж
2. 10 литров идеального двухтомного газа сначала изотермически расширили, а затем нагрели, вернув давление к первоначальному значению 200 кПа (см. рисунок 2). Какое количество теплоты получил газ на участке 2-3, если на участке 1-2 его объем увеличился в 2 раза? Ответ: 5 кДж
3. В сосуде находится 12 г одноатомного идеального газа при температуре 400 К. Вначале давление в сосуде было 400 кПа, а после охлаждения газа давление понизилось до 200 кПа. Какова молярная масса газа, если отданное им количество теплоты 7,5 кДж? Ответ: $\approx 0,004$ кг/моль
4. В цилиндре под поршнем находится 8 г гелия при температуре 27 °С. Газ изобарно нагревают, сообщая ему количество теплоты 12465 Дж. После нагревания объем газа становится равен 2 л. Определите начальный объем газа. Молярная масса гелия 0,004 кг/моль. Ответ: 1 л.
5. 0,8 моль идеального одноатомного газа сначала нагрели, а затем охладили до первоначальной температуры 17 °С, уменьшив давление в полтора раза (см. рисунок 3). Какое количество теплоты сообщено газу на участке 1-2? Ответ: $\approx 2,41$ кДж.

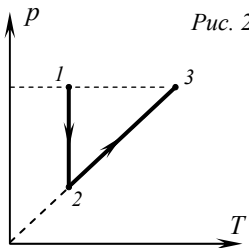


Рис. 2

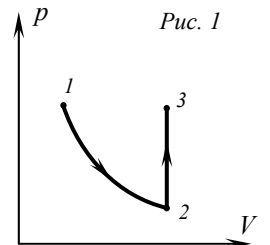


Рис. 1

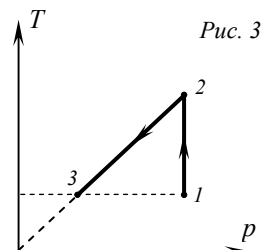
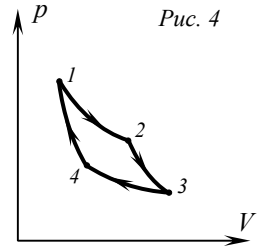


Рис. 3

6. В литр воды при температуре 20 °С брошен ком снега массой 250 г, частично уже растаявший, т. е. содержащий некоторое количество воды при 0 °С. Температура воды в сосуде при достижении теплового равновесия оказалась равна 5 °С. Определите количество воды в коме снега. Ответ: 75 г.
7. В двух сосудах имеется по 4,18 кг воды при одинаковых температурах. в первый сосуд вливают 0,42 кг воды при температуре 100 °С, во второй вводят столько же водяного пара при температуре 100 °С. На сколько градусов температура в одном сосуде будет больше, чем в другом, после установления в каждом из них теплового равновесия? Ответ: на 50 °С.
8. В двух сосудах имеется по 500 г воды при температуре 20 °С. В первый сосуд наливают 50 г холодной воды при температуре 0 °С, а во второй добавляют 50 г льда при температуре 0 °С. На сколько градусов температура в первом сосуде будет больше, чем во втором после установления теплового равновесия в сосудах? Теплоемкостью сосудов пренебречь. Ответ: ≈ 7 °С.
9. Тепловая машина работает по циклу Карно, состоящему из двух изотерм 1-2 и 3-4 и двух адиабат 2-3 и 4-1 (см. рис. 4). Работа сжатия в изотермическом процессе 3-4 равна A_{34} ($A_{34} > 0$), а работа сжатия в адиабатическом процессе 4-1 равна A_{41} ($A_{41} > 0$). Какую работу совершает машина за цикл 1-2-3-4-1? Рабочее вещество — ν молей идеального одноатомного газа. Изотермическое сжатие проходило при температуре T . Ответ: $A = 2A_{34}A_{41}/(3\nu RT)$



Электродинамика (2007)

С3

1. Для исследования преобразования электрической энергии в механическую была собрана установка, представленная на фотографии (см. рис.): один конец нити (2) укреплен на валу электродвигателя (1), другой перекинут через неподвижный блок и к нему привязан груз (3) массой 0,1 кг. За какое время этот груз поднимается на высоту 0,4 м, если при силе тока, проходящего через двигатель, зафиксированной амперметром (4), и напряжении, зафиксированном вольтметром (5), КПД устройства равен 5 %? Увеличенные фрагменты шкал амперметра и вольтметра приведены на рисунке. Ответ: $\approx 9,3$ с
2. См. листки С5 2002-2004 № 2, 3, 19; С3 2005 № 22, 23.
3. Пóлый металлический шарик массой 3 г подвешен на шелковой нити длиной 50 см над положительно заряженной плоскостью, создающей однородное электрическое поле напряженностью $2 \cdot 10^6$ В/м. Электрический заряд шарика отрицателен и по модулю равен $3 \cdot 10^{-8}$ Кл. Определите период свободных гармонических колебаний данного маятника. Ответ: $\approx 0,81$ с
4. Пóлый металлический шарик массой 2 г имеет положительный заряд 10^{-8} Кл. Он подвешен на шелковой нити в однородном электрическом поле напряженностью 10^6 В/м, направленном вертикально вниз. Шарик совершает малые колебания, проходя 13 полных колебаний за 15 с. Какова длина нити? Ответ: $\approx 0,51$ м
5. Пóлый металлический шарик массой 3 г подвешен на шелковой нити над положительно заряженной плоскостью, создающей однородное электрическое поле напряженностью $2 \cdot 10^6$ В/м. Электрический заряд шарика отрицателен и по модулю равен $3 \cdot 10^{-8}$ Кл. Циклическая частота свободных гармонических колебаний данного маятника оказалась равной 10 с $^{-1}$. Определите длину нити. Ответ: 0,3 м
6. Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $0,01R$, сопротивление вольтметра $9R$. Найдите отношение I_2/I_1 показаний амперметра в схемах. Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь. Ответ: $I_2/I_1 = 91/101 \approx 0,9$
7. Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок к задаче 6). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $0,1R$, сопротивление вольтметра $9R$. В первой схеме показания вольтметра U_1 . Каковы его показания во второй схеме? Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь. Ответ: $(10/9)U_1 \approx 1,11U_1$

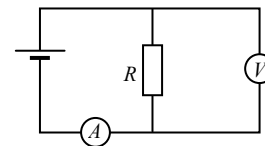
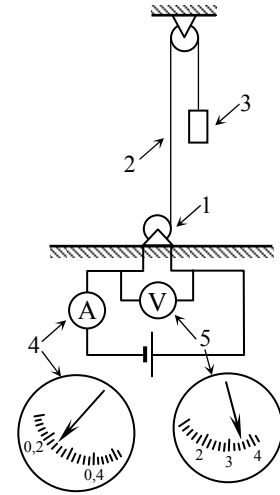


Схема 1

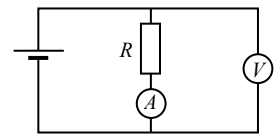


Схема 2

С6

1. Заряженная частица ускоряется постоянным электрическим полем конденсатора, напряжение на обкладках которого 1280 В. Затем она влетает в однородное магнитное поле, модуль вектора магнитной индукции которого равен 200 мкТл, и движется по дуге окружности радиусом 60 см в плоскости, перпендикулярной линиям магнитной индукции. Определите отношение заряда частицы к ее массе. Ответ: $\approx 1,77 \cdot 10^{11}$ Кл/кг
2. Электрон ускоряется постоянным электрическим полем конденсатора, напряжение на обкладках которого 1280 В. Затем он влетает в однородное магнитное поле и движется по дуге окружности радиусом 60 см в плоскости, перпендикулярной линиям магнитной индукции. Чему равен модуль вектора магнитной индукции? Ответ: ≈ 200 мкТл
3. Электрон ускоряется постоянным электрическим полем конденсатора, напряжение на обкладках которого 1280 В. Затем он влетает в однородное магнитное поле, модуль вектора магнитной индукции которого равен 200 мкТл, и движется по дуге окружности в плоскости, перпендикулярной линиям магнитной индукции. Чему равен радиус окружности? Ответ: ≈ 60 см
4. Металлический стержень длиной $l = 0,1$ м и массой $m = 10$ г, подвешенный на двух параллельных проводящих нитях длиной $L = 1$ м, располагается горизонтально в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл, как показано на рисунке. Вектор магнитной индукции направлен вертикально. На какую максимальную высоту (от положения равновесия) поднимется стержень, если по нему пропустить ток силой 10 А в течение 0,1 с? Угол отклонения нитей от вертикали за время протекания тока мал. Ответ: 5 см.
5. В предыдущей задаче определите максимальный угол отклонения нитей подвеса от вертикали. Ответ: $\arccos 0,95 \approx 18^\circ$
6. В задаче № 4 определите максимальную скорость стержня. Ответ: 1 м/с

