

Министерство образования и науки РФ
Рязанский государственный радиотехнический университет

Кафедра ОиЭФ
Контрольная работа
Заочное отделение, 1 семестр
гр.7023

Рязань, 2017

Оглавление

Вариант №01

Вариант №02

Вариант №03

Вариант №04

Вариант №05

Вариант №06

Вариант №07

Вариант №08

Вариант №09

Вариант №10

Вариант №11

Вариант №12

Вариант №13

Вариант №14

Вариант №15

Вариант №16

Вариант №17

Вариант №18

Вариант №19

Вариант №20

Вариант №21

Вариант №22

Вариант №23

Вариант №24

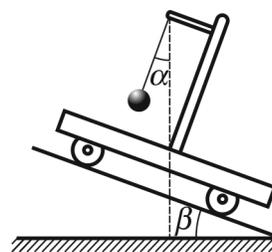
Вариант №01

наверх

1. Автомобиль движется по закруглённому шоссе, имеющему радиус кривизны $R = 40$ м. Закон движения автомобиля имеет вид $s = A + Bt + Ct^2$, где $A = 5$ м; $B = 12$ м/с, $C = -0,5$ м/с². Найти полное a ускорение автомобиля в момент времени $t = 4$ с.

2. В момент начальный времени первый диск имел частоту вращения $n_1 = 60$ об/мин, а второй – n_2 . Первый диск разгоняется с угловым ускорением $\varepsilon_1 = 4$ рад/с². Второй – тормозится с угловым ускорением $\varepsilon_2 = -5$ рад/с². Частота вращения дисков в момент времени, когда их частоты были равны друг другу, составляла величину $n = 300$ об/мин. Определить начальную частоту вращения второго диска n_2 .

3. Лёгкая тележка может скатываться без трения с наклонной плоскости. На тележке укреплен отвес – шарик массой m на нити. На какой угол α от вертикали отклонится нить отвеса (см. рис.) при скатывании тележки? Угол наклона плоскости к горизонту равен β .



4. Частица массой m движется со скоростью v и сталкивается с неподвижной частицей массой M . В результате упругого удара частица массой m отклонилась на угол $\alpha = \pi/2$ от направления своего первоначального движения и её скорость уменьшилась вдвое. Найти отношение масс частиц.

5. По краю горизонтальной платформы, имеющей форму диска радиусом $R = 2$ м, находится человек. Платформа может вращаться вокруг вертикальной оси, проходящей через её центр. Человек идёт вдоль её края со скоростью $v = 4$ м/с относительно платформы. Угловая скорость платформы $\omega = 0,6$ рад/с, масса платформы $M = 420$ кг. Найти массу человека m . Трением пренебречь.

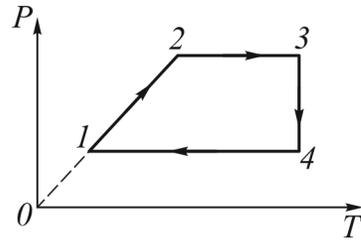
6. Тонкий прямой стержень длиной $l = 1$ м прикреплен к горизонтальной оси, проходящей через его конец. Стержень отклонили на угол $\alpha = 60^\circ$ от положения равновесия и отпустили. Определить линейную скорость v нижнего конца стержня в момент прохождения через положение равновесия.

7. На сколько надо уменьшить длину маятника, чтобы он в Париже, как и в Москве, отсчитывал секунды? Ускорение свободного падения для Москвы $981,5$ см/с², а для Парижа – 981 см/с².

8. Аэростат объёмом $V = 300$ м³ наполняется молекулярным водородом при температуре $T = 300$ К и давлении $p = 10^5$ Па. Какое время будет производиться наполнение оболочки аэростата, если из баллонов каждую секунду переходит в аэростат $\Delta m = 25$ г водорода? До наполнения газом оболочка аэростата водорода не содержала; газ считать идеальным.

9. При изобарном нагреве 5 моль водорода объем V увеличивается в 1,5 раза. Найти приращение энтропии ΔS .

10. Найти отношение КПД циклов 1-2-3-4-1 и 5-6-7-8-5, представленных на $p - V$ - диаграмме (см. рис.). Рабочее тело – идеальный одноатомный газ.



Вариант №02

наверх

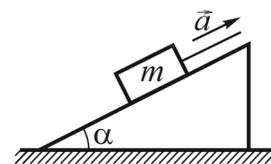
1. Движение материальной точки задано системой уравнений

$$x = \begin{cases} A_1 t^2 + B_1 t + C_1, & t \geq 2c \\ A_2 t^2 + B_2 t + C_2, & t < 2c \end{cases};$$

где $A_1 = 0,5 \text{ м/с}^2$, $B_1 = -2 \text{ м/с}$, $C_1 = 4 \text{ м}$, $A_2 = -1 \text{ м/с}^2$, $B_2 = 4 \text{ м/с}$, $C_2 = -2 \text{ м/с}$.
Определить среднюю путевую скорость в интервале от $t_1 = 0 \text{ с}$ до $t_2 = 4 \text{ с}$.

2. Определить на сколько отличаются центростремительные ускорения точек, лежащих на поверхности земли на широте Санкт-Петербурга ($\varphi = 59^\circ 57'$) и Краснодара ($\varphi = 45^\circ 02'$). Радиус Земли $R = 6400 \text{ км}$.

3. По наклонной плоскости тянут вверх с ускорением a однородный трос длиной l и массой m (см. рис.). Коэффициент трения между тросом и плоскостью μ . Наклонная плоскость составляет с горизонтом угол α . Найти силу натяжения троса F в сечении, находящемся на расстоянии x от его верхнего конца.



4. В шар, подвешенный на нити длиной $l = 0,4 \text{ м}$, масса которого $M = 5 \text{ кг}$, попадает пуля массой $m = 20 \text{ г}$, летящая с горизонтальной скоростью $v_1 = 1000 \text{ м/с}$. Пройдя через шар, она продолжает движение в том же направлении со скоростью $v_2 = 500 \text{ м/с}$. На какой угол от вертикали отклонится шар?

5. Однородный шар массой $m = 160 \text{ г}$ и радиуса $R = 2 \text{ см}$ закреплён на середине стержня малого диаметра длиной $l = 40 \text{ см}$ и массой $M = 150 \text{ г}$ (центр шара и край стержня совпадают). Стержень может свободно вращаться вокруг вертикальной оси, проходящей на расстоянии $a = 30 \text{ см}$ от центра шара. Система вращается с угловой скоростью $\omega = 0,5 \text{ рад/с}$. Определить на сколько изменится угловая скорость системы, если центр шара сместить на середину стержня.

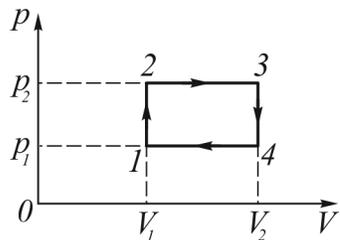
6. Шарик массой $m = 100 \text{ г}$ вращается вокруг вертикальной оси в горизонтальной плоскости на нити длиной $l_1 = 72 \text{ см}$. В процессе движения длину нити уменьшили до $l_2 = 41 \text{ см}$, затратив на это работу $A = 235 \text{ Дж}$. Определить частоту вращения шарика n_2 в новом состоянии системы. Диаметр шарика считать много меньшим длины нити ($d \ll l$).

7. Вблизи рудного месторождения период колебаний маятника изменился на $\eta = 0,1\%$. Плотность руды в месторождении $\rho = 8 \text{ г/см}^3$. Оценить радиус месторождения R_1 если средняя плотность Земли $\rho_3 = 5,6 \text{ г/см}^3$.

8. В колбе находится двухатомный газ. Под действием ультрафиолетового излучения распалось на атомы $\alpha = 12\%$ молекул. При этом в колбе установилось давление $p = 93$ кПа. Найти давление газа в недиссоциированном состоянии.

9. При изохорном нагреве 2 моль водяного пара приращение энтропии составило 50 Дж/К. Во сколько раз возросло давление газа p ?

10. Над идеальным одноатомным газом произведён замкнутый процесс 1-2-3-1 (см. рис.). Известно, что работа, совершаемая газом в этом процессе, в $n = 9$ раз меньше количества теплоты, отдаваемого газом на участке 3-1. Чему равен КПД цикла?



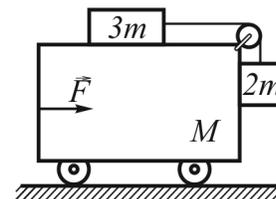
Вариант №03

наверх

1. Тело брошено под углом к горизонту так, что его радиус-вектор изменяется по закону: $\vec{r} = \vec{i}(5 + 3t) + \vec{j}(5 + 2t - 4,9t^2)$. Ось x направлена вдоль поверхности земли, ось y – перпендикулярно поверхности. Под каким углом к горизонту α брошено тело? Ускорение свободного падения $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.

2. На вертикальной оси закреплён горизонтально расположенный диск с отверстием. Данная система вращается с постоянной частотой n . Металлический шарик расположили на высоте $h = 22 \text{ см}$ относительно поверхности этого диска и отпустили в тот момент, когда угол φ между плоскостями, проходящими через ось системы и центром шарика с одной стороны и центром отверстия в диске с другой, был равен 19° . Шарик пролетел через отверстие в диске. Определить частоту вращения диска n . Сопротивлением воздуха пренебречь, ускорение свободного падения $g = 9,815 \text{ м/с}^2$.

3. а) Какую горизонтальную силу F нужно приложить к тележке массой M , чтобы бруски массой $2m$ и $3m$ (см. рис.) относительно неё не двигались? Трением пренебречь. б) При каком значении силы F груз массой $2m$ начнёт подниматься вверх с ускорением a ; перемещаться в вертикальном направлении с ускорением, равным ускорению тележки? в) Ответить на первый вопрос, считая коэффициент трения между тележкой и брусками равным μ .



4. На гладкой горизонтальной поверхности находятся две одинаковые соприкасающиеся шайбы. Третья такая же шайба налетает на них со скоростью $v_0 = 6 \text{ м/с}$, направленной по общей касательной к неподвижным шайбам (см. рис.).



После столкновения налетевшая шайба движется вдоль первоначального направления со скоростью $u_1 = 2 \text{ м/с}$. Какое количество теплоты выделилось при столкновении? Масса каждой шайбы $m = 100 \text{ г}$.

5. Однородный шар массой $m = 20 \text{ г}$ и радиуса $R = 1 \text{ см}$ закреплён на середине стержня малого диаметра длиной $l = 40 \text{ см}$ и массой $M = 150 \text{ г}$. Система вращается с угловой скоростью $\omega = 0,5 \text{ рад/с}$ относительно вертикальной оси, проходящей через один из концов стержня. Шар сместили вдоль стержня на расстояние $a = 15 \text{ см}$ ближе к оси вращения. Определить на сколько изменится угловая скорость вращения системы, если шар под действием центробежной силы сместится на край стержня (края шара и стержня совпадут).

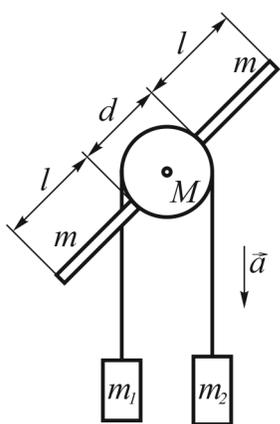
6. Обруч скатываться без скольжения с наклонной плоскости длиной $l = 2 \text{ м}$ и высотой $h = 10 \text{ см}$ из состояния покоя. Определить время его движения по наклонной плоскости.

7. Точка совершает гармонические колебания закону $x = A \cos(\omega t + \varphi)$. Амплитуда колебаний $A = 5$ см, период $T = 10$ с. Найти максимальное ускорение a_{max} точки.
8. В сосуде объёмом $V = 20$ л под давлением $p = 0,6$ МПа находится криптон в количестве $\nu = 4$ моль. Определить среднюю арифметическую скорость $\langle v \rangle$ его атомов.
9. Двухкомпонентная газовая смесь состоит из $\nu_1 = 4$ кмоль водяного пара и $\nu_2 = 1$ кмоль азота. Найти её удельную теплоёмкость при постоянном объёме c_V .
10. В камере сгорания двигателя, работающего на смеси кислорода с водородом, образуются горячие водяные пары при давлении $p = 8,32 \cdot 10^7$ Па. Масса паров воды $m = 180$ г. Объём камеры сгорания $V = 0,002$ м³. Определить максимальный КПД такого двигателя, если температура отработанных паров $T_2 = 1000$ К.

Вариант №04

наверх

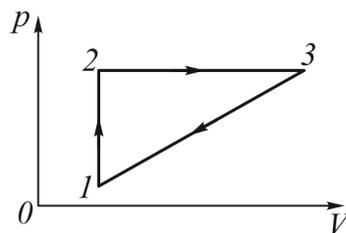
1. Уравнение траектории тела, брошенного с поверхности Земли под углом к горизонту, имеет вид $y = (-0,196x + 1,732x^2)$ (м) (ось x – горизонтальна, ось y – вертикальна). Определите начальную скорость v_0 тела.
2. Тело брошено со скоростью $v = 10$ м/с под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту. Найти отношения радиусов кривизны траектории тела в начальный момент его движения и в точке наивысшего подъёма тела над поверхностью земли.
3. В вагоне поезда, идущего равномерно со скоростью $v = 20$ м/с по закруглению радиусом $R = 200$ м, производится взвешивание груза с помощью динамометра. Масса груза $m = 5$ кг. Определить результат взвешивания.
4. В маленькую металлическую пластинку массой $M = 0,2$ кг, подвешенную на нити длиной $l = 1$ м, абсолютно упруго ударяет шарик массой $m = 10$ г, летящий горизонтально. Вычислить импульс шарика до удара, если после удара нить отклонилась на угол $\alpha = 60^\circ$.



5. Через блок, имеющий форму сплошного диска диаметром $d = 12$ см и массой $M = 200$ г, перекинут шнур (см. рис.). К концам шнура привязаны грузы массой $m_1 = 40$ г и $m_2 = 50$ г. В обод диска по радиусу плотно ввернули два стержня длиной $l = 14$ см и массой $m = 21$ г каждый. Найти ускорение движения a грузов. Трением при вращении блока пренебречь. Диска и стержни выполнены из одинакового материала. Ускорение свободного падения $g = 9,815$ м/с².
6. Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью $v = 3$ м/с. На какой высоте его кинетическая энергия будет равна потенциальной? Сопротивление воздуха не учитывать.

7. Складываются два гармонических колебания одинаковой частоты и одинакового направления: $x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$ и $x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$, где $A_1 = 3$ см, $\varphi_1 = \pi/6$, $A_2 = 4$ см, $\varphi_2 = \pi/3$. Определить начальную фазу результирующего колебания.
8. Плотность газа, состоящего из смеси гелия и аргона, $\rho = 2$ кг/м³ при давлении $p = 150$ кПа и температуре $t = 27^\circ\text{C}$. Сколько атомов гелия содержится в газовой смеси объёмом $V = 1$ см³?
9. В баллоне объёмом $V = 1$ л находится кислород под давлением $p = 10^7$ Па при температуре $T = 300$ К. К газу подводят количество теплоты $Q = 8,35$ кДж. Определить температуру и давление газа после нагревания.

10. Коэффициент полезного действия цикла 1-2-3-4-1, представленного на рисунке, равен $\eta = 40\%$. Определить КПД цикла 1-3-4-1.



Вариант №05

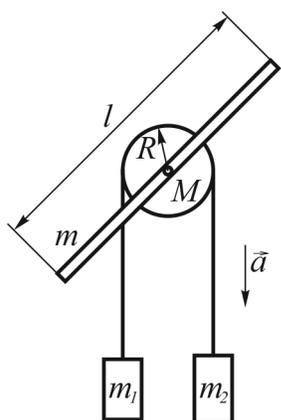
наверх

1. Движение точки по кривой задано уравнением $\vec{r} = \vec{i}(A_1t^3 + B_1t) + \vec{j}(A_2t^2 + B_2t)$, где $A_1 = 1 \text{ м/с}^3$, $B_1 = -12 \text{ м/с}$, $A_2 = -1 \text{ м/с}^2$, $B_2 = 4 \text{ м/с}$. Найти скорость и ускорение материальной точки в тот момент времени, когда её скорость параллельна оси OY .

2. Тело брошено со скоростью $v = 10 \text{ м/с}$ по углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту. Найти радиус кривизны траектории тела спустя время $t = 0,5 \text{ с}$.

3. Гладкий горизонтальный диск вращается относительно вертикальной оси симметрии с частотой $n = 480 \text{ об/мин}$. На поверхности диска лежит шар массой $m = 0,1 \text{ кг}$, прикрепленный к центру диска пружиной, жёсткость которой $k = 1500 \text{ Н/м}$. Какую длину l будет иметь пружина при вращении диска, если её длина в недеформированном состоянии $l_0 = 0,2 \text{ м}$?

4. Частица массой m налетает на неподвижную мишень массой M и отражается назад с кинетической энергией в $n = 4$ раза меньшей первоначальной. Определить отношение массы частицы к массе мишени, считая удар абсолютно упругим.



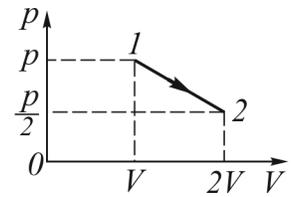
5. Через блок, имеющий форму сплошного диска радиуса $R = 6 \text{ см}$ и массу $M = 200 \text{ г}$, перекинут шнур (см. рис.). К концам шнура привязаны грузы массой $m_1 = 40 \text{ г}$ и $m_2 = 50 \text{ г}$. Диск соединён со стержнем длиной $l = 40 \text{ см}$ и массой $m = 60 \text{ г}$ таким образом, что их центры совмещены. Найти ускорение движения a грузов. Трением при вращении блока пренебречь. Ускорение свободного падения $g = 9,815 \text{ м/с}^2$.

6. Две пружины, жёсткости которых $k_1 = 300 \text{ Н/м}$ и $k_2 = 500 \text{ Н/м}$, скреплены последовательно и растянуты так, что растяжение второй пружины $x = 3 \text{ см}$. Вычислить работу по растяжению пружин.

7. Два математических маятника, один длиной $l = 10 \text{ см}$, а другой длиной $2l$, совершают колебания с одинаковыми угловыми амплитудами. Определить периоды колебаний маятников и отношение их энергий, если массы шариков одинаковы.

8. В сосуде под поршнем находится 1 г азота. Площадь поршня $S = 10 \text{ см}^2$, масса $m = 1 \text{ кг}$. Азот нагревают на $\Delta T = 10 \text{ К}$. На какую высоту при этом поднимется поршень? Давление над поршнем $p_0 = 10^5 \text{ Па}$. Трением пренебречь.

9. На $p - V$ - диаграмме изображён процесс расширения газа (см. рис.), при котором он переходит из состояния 1 с давлением p и объёмом V в состояние 2 с давлением $p/2$ и объёмом $2V$. Найти количество теплоты Q , которое сообщили этому газу. Линия 1-2 - отрезок прямой.



10. Идеальная тепловая машина имеет полезную мощность $N = 73,5$ кВт и работает в температурном интервале от $t_1 = 100^\circ\text{C}$ до $t_2 = 0^\circ\text{C}$. Определить энергию, полученную машиной от нагревателя за 1 ч, и энергию, отдаваемую холодильнику за 1 ч.

Вариант №06

наверх

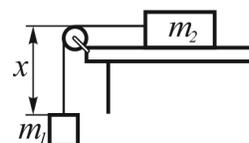
1. Движение материальной точки задано системой уравнений

$$x = \begin{cases} A_1 t^2 + B_1 t + C_1, & t \geq 1 \text{ с} \\ B_2 t + C_2, & t < 1 \text{ с} \end{cases};$$

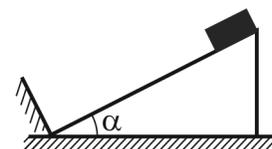
где $A_1 = -1 \text{ м/с}^2$, $B_1 = 4 \text{ м/с}$, $C_1 = 1 \text{ м}$, $B_2 = 2 \text{ м/с}$, $C_2 = 2 \text{ м/с}$. Определить среднюю путевую скорость в интервале от $t_1 = 0 \text{ с}$ до $t_2 = 4 \text{ с}$.

2. На вал диаметром $d = 32 \text{ см}$, вращающийся равноускорено, наматывают трос. В начальный момент времени вал покоился. За время $t = 50 \text{ с}$ с момента начала вращения было намотано $l = 20 \text{ м}$ троса. Определить угловое ускорение ε этого вала.

3. Два груза соединены весомой нерастяжимой однородной нитью длиной l так, как показано на рисунке. Массы грузов $m_1 = m$, $m_2 = 2/3m$, нити $m_3 = 1/3m$. При какой длине вертикального отрезка нити x силы, действующие на грузы со стороны нити, окажутся равными? Чему равны эти силы? Каково ускорение системы в этом случае? Трения в системе нет.

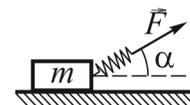


4. Тело начинает двигаться вверх по наклонной плоскости со скоростью $v_0 = 10 \text{ м/с}$. На высоте $h = 1 \text{ м}$ оно упруго ударяется о преграду (см. рис.). Определить скорость тела в момент, когда оно вновь окажется у основания наклонной плоскости. Угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 30^\circ$, коэффициент трения $\mu = 0,3$.



5. Платформа в форме диска массой $M = 4,1 \text{ кг}$ и радиусом $R = 20 \text{ см}$ вращается с частотой $n_1 = 11 \text{ об/с}$ по инерции вокруг вертикальной оси. Когда на неё положили кольцо с внутренним радиусом $r_1 = 8 \text{ см}$ и внешним $r_2 = 10 \text{ см}$ таким образом, что оси вращения платформы и кольца совпали (кольцо полностью лежит на платформе), частота вращения системы снизилась до $n_2 = 10 \text{ об/с}$. Определить массу m кольца.

6. На горизонтальной поверхности лежит брусок массой $m = 11 \text{ кг}$. К бруску прикреплена пружина жёсткостью $k = 200 \text{ Н/м}$. Коэффициент трения между бруском и поверхностью $\mu = 0,1$. Вначале пружина недеформирована. Затем, приложив к свободному концу пружины силу F (см. рис.), направленную под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту, брусок медленно переместили на расстояние $a = 50 \text{ см}$. Какая работа была при этом совершена?

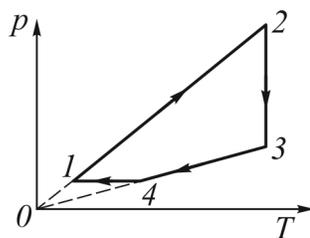


7. Точка совершает гармонические колебания. Наибольшее смещение точки $x_{max} = 5 \text{ см}$, максимальное ускорение $a_{max} = 45 \text{ см/с}^2$. Найти максимальную скорость v_{max} точки.

8. Средняя кинетическая энергия атома ксенона $\langle W \rangle = 6,2 \cdot 10^{-21}$ Дж. Определить его наиболее вероятную скорость u_v .

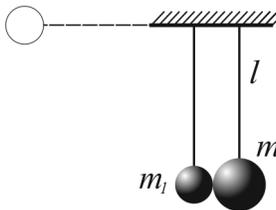
9. При изобарном нагреве 3 моль аргона приращение энтропии ΔS составило 25 кДж/К. Во сколько раз увеличился объем V газа?

10. Найти КПД цикла (см. рис.), если известно, что максимальная и минимальная температуры в цикле отличаются в 4 раза. Рабочее тело – идеальный одноатомный газ.

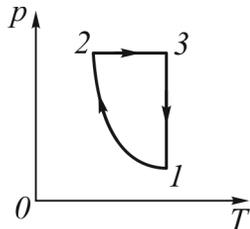


Вариант №07

наверх

1. Точка движется по окружности радиуса $R = 2$ м по закону $\varphi = 2 + 2t - t^2$. Определить ускорение точки в момент времени $t_1 = 0,5$ с.
2. Один диск разгоняется с угловым ускорением $\varepsilon_1 = 4$ рад/с². Второй – тормозится ($\varepsilon_2 = -2$ рад/с²). Определить частоту n вращения дисков в момент времени, когда их частоты станут равны друг другу, если в начальный момент времени первый диск имел частоту вращения $n_1 = 60$ об/мин, а второй – $n_2 = 600$ об/мин.
3. Лётчик массой $m = 70$ кг описывает на самолёте «мертвую петлю» радиусом $R = 100$ м. Скорость самолёта $v = 180$ км/ч. С какой силой прижимается лётчик к сиденью в верхней и нижней точках петли?
4. Два абсолютно упругих шарика массами $m_1 = 0,1$ кг и $m_2 = 0,3$ кг подвешены на невесомых и нерастяжимых нитях длиной $l = 0,5$ м так, что касаются друг друга (см. рис.). Шарик, имеющий меньшую массу, отклоняют от положения равновесия на 90° и отпускают. На какую высоту поднимается второй шарик после удара?
5. Система, состоящая из стержня массой $M = 213$ г и закреплённых на нем двух одинаковых грузов массами $m = 50$ г, вращается с частотой $n_1 = 30$ об/мин относительно центра стержня. Грузы располагаются симметрично относительно центра стержня. При увеличении расстояния между этими грузами на величину $\Delta l = 8$ см частота вращения снизилась до $n_2 = 24$ об/мин. Определить длину стержня a , если исходное расстояние между грузами $l = 20$ см.
6. Если на верхний конец вертикально расположенной пружины положить груз, то пружина сожмётся на расстояние $x_0 = 3$ мм. На сколько изменится длина пружины, если тот же груз упадёт на пружину с высоты $h = 8$ см?
7. Точка совершает гармонические колебания. Наибольшее смещение точки $x_{max} = 10$ см, максимальная скорость $v_{max} = 31,4$ см/с. Найти период колебаний T .
8. В закрытом сосуде находится идеальный двухатомный газ. При увеличении температуры в $n = 3$ раза давление газа увеличилось в $k = 3,15$ раза. Определить сколько процентов молекул от их начального количества распалось на атомы.
9. При изохорном нагреве 2 моль гелия температура T увеличивается в 3 раза. Найти приращение энтропии ΔS .

10. В установках для поддержания рекордно низких температур мощность паразитного притока тепла, связанного с несовершенством теплоизоляции, удаётся снизить до $N_n = 0,01$ Вт. Рассчитать минимальную мощность N_x , которую в этом случае нужно затратить, чтобы поддерживать в камере температуру $T_2 = 10^{-4}$ К при температуре окружающей среды $t_1 = 20^\circ\text{C}$.



Вариант №08

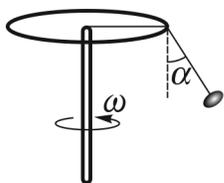
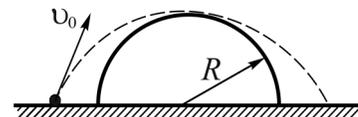
наверх

1. Движение материальной точки по двум взаимно перпендикулярным направлениям определяется уравнениями:

$$\begin{cases} x = 5 + 4t^2 \text{ (м)} \\ y = 3t^2 \text{ (м)} \end{cases} ;$$

Определить среднюю скорость перемещения в интервале от $t_1 = 0$ с до $t_2 = 4$ с.

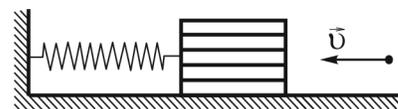
2. Сферическая горка имеет радиус $R = 8,7$ м. Определить наименьшую скорость v_0 камня, брошенный с поверхности земли, при которой он может перелететь через эту горку, не коснувшись её поверхности (см. рис.)?



3. С какой частотой необходимо вращать карусель, чтобы лодочки, подвешенные к кругу на подвесах длиной $l = 5$ м, отклонились от вертикали на угол $\alpha = 30^\circ$ (см. рис.)? Радиус круга $R = 5$ м.

4. Ящик с песком массой $M = 10$ кг стоит на гладкой горизонтальной плоскости. Он соединён с вертикальной стеной пружиной жёсткостью $k = 200$ Н/м (см. рис.). На сколько сожмётся пружина, если пуля, летящая горизонтально со скоростью $v = 500$ м/с, попадёт в ящик и застрянет в нем? Масса пули $m = 0,01$ кг.

5. По краю горизонтальной платформы, имеющей форму диска радиусом $R = 4$ м, идёт человек массой $m = 80$ кг со скоростью $v = 1,5$ м/с. Масса платформы $M = 440$ кг. Платформа вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через её центр. Определить на сколько изменится угловая скорость платформы в случае если человек будет идти с той же скоростью v по окружности радиуса $r = 2$ м, центр которой совпадает с осью вращения платформы. Трением пренебречь.



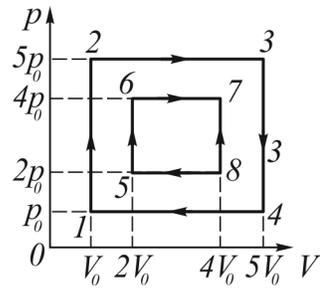
6. Полый цилиндр катится без скольжения по горизонтальной поверхности. Линейная скорость оси цилиндра $v = 5$ м/с, масса – $m = 2$ кг, внешний радиус $R_1 = 10$ см, внутренний – $R_2 = 6$ см. Определить полную кинетическую энергию цилиндра.

7. Определить массу груза, колеблющегося на пружине жёсткостью $k = 300$ Н/м, если при амплитуде колебаний $A = 2$ см он имеет максимальную скорость $v = 3$ м/с.

8. В сосуде объёмом $V = 5$ л под давлением $p = 0,8$ МПа находится ксенон массой $m = 32$ г. Определить наиболее вероятную скорость v_v его атомов.

9. Двухкомпонентная газовая смесь состоит из азота и углекислого газа (CO_2), имеющих объёмы $V_1 = 2$ л и $V_2 = 3$ л соответственно. Найти её удельную теплоёмкость при постоянном объёме c_V .

10. С одним молем идеального одноатомного газа совершают циклический процесс 1-2-3-1 (см. рис.). В процессе 2-3 давление газа линейно зависит от объёма, причём объём увеличивается вдвое. Состояниям 2 и 3 соответствует одинаковая температура. Найти КПД тепловой машины, работающей по такому циклу.



Вариант №09

наверх

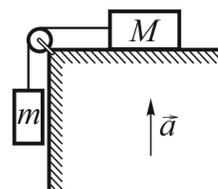
1. Движение тела в горизонтальном и вертикальном направлениях определяется уравнениями:

$$\begin{cases} x = 250t \text{ (м)} \\ y = 430 - 4.9t^2 \text{ (м)} \end{cases} ;$$

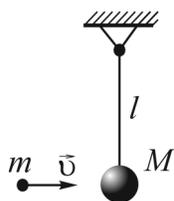
Определите радиус кривизны траектории в момент падения тела на землю. Ускорение свободного падения $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.

2. Мяч, брошенный на высоте $h_0 = 80 \text{ см}$ от поверхности земли под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту с начальной скоростью $v_0 = 12 \text{ м/с}$, пролетев в горизонтальном направлении расстояние $L = 4 \text{ м}$, попадает в стенку на высоте h от поверхности земли. Найти эту высоту h . Соппротивлением воздуха пренебречь, ускорение свободного падения $g = 9,815 \text{ м/с}^2$.

3. Через блок, укрепленный на краю гладкого горизонтального стола, перекинута верёвка, соединяющая два груза массами m и M , как показано на рисунке. Стол движется вверх с ускорением a . Найти ускорения грузов. Трением и массой блока пренебречь.



4. Пуля массой $m = 5 \text{ г}$, имеющая скорость $v = 500 \text{ м/с}$, попадает в шар массой $M = 0,5 \text{ кг}$, подвешенный на нити, и застревает в нем (см. рис.). При какой наибольшей длине нити шар совершит полный оборот по окружности?



5. Стержень длиной $l = 40 \text{ см}$ может свободно вращаться вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр. Пуля массой $m = 8 \text{ г}$, летящая на излёте со скоростью $v = 12,25 \text{ м/с}$ горизонтально и перпендикулярно стержню, попадает в стержень на расстоянии $a = 5 \text{ см}$ от конца стержня и застревает в нем, заставляя его вращаться с угловой скоростью $\omega = 5 \text{ рад/с}$. Найти массу M стержня.

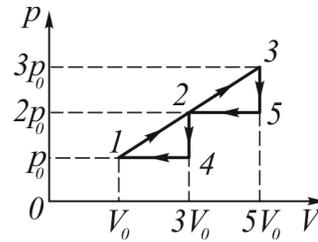
6. Санки массой $m = 2 \text{ кг}$ и длиной $l = 1 \text{ м}$ выезжают со льда на асфальт. Коэффициент трения полозьев об асфальт $\mu = 0,5$. Какую работу совершит сила трения к моменту, когда санки полностью окажутся на асфальте?

7. Определить максимальное смещение от положения равновесия груза массой $m = 640 \text{ г}$, закреплённого на пружине жёсткостью $k = 400 \text{ Н/м}$, если он проходит положение равновесия со скоростью $v = 1 \text{ м/с}$.

8. Некоторое количество водорода находится при температуре $T_1 = 200 \text{ К}$ и давлении $p_1 = 400 \text{ Па}$. Газ нагревают до температуры $T_2 = 10^4 \text{ К}$, при которой молекулы водорода полностью распадаются на атомы. Определить давление газа, если его объем и масса не изменились.

9. Газу сообщают количество теплоты $Q = 7$ кДж. При этом $\eta = 60\%$ подведённого тепла идёт на увеличение внутренней энергии газа. Найти работу, совершаемую газом.

10. Какую работу совершают два моля идеального одноатомного газа в цикле 1-2-3-4-1, изображённом на рисунке, если $p_0 = 10^5$ Па, $T_0 = 400$ К? Определить КПД такого цикла.



Вариант №10

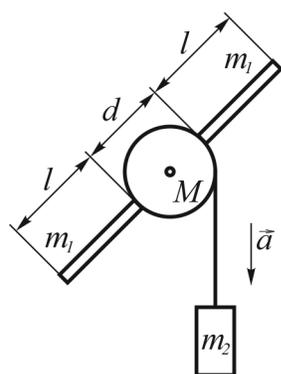
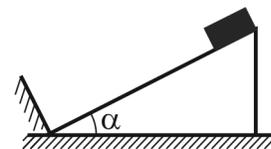
наверх

1. Тело брошено под углом к горизонту так, что его радиус-вектор изменяется по закону: $\vec{R} = \vec{i}(5 + 3t) + \vec{j}(5 + 2t - 4,9t^2)$. Ось x направлена вдоль поверхности земли, ось y – перпендикулярно поверхности. Определить под каким углом к горизонту α тело коснётся поверхности земли? Ускорение свободного падения $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.

2. Под каким углом к горизонту должен держать ружье человек, стреляющий в вертикально подброшенный камень в тот момент, когда этот камень находится в наивысшей точке подъема на высоте $h = 10 \text{ м}$, если он находится на расстоянии $s = 50 \text{ м}$ от места броска?

3. Через невесомый блок, подвешенный к динамометру, перекинут шнур, на концах которого укреплены два груза с массами m_1 и m_2 ($m_1 < m_2$). При движении грузов динамометр показывает силу $F = 70 \text{ Н}$. Определить массу первого груза m_1 , если $m_2 = 8,2 \text{ кг}$. Сопротивлением воздуха пренебречь, ускорение свободного падения $g = 9,815 \text{ м/с}^2$.

4. По плоскости с углом наклона $\alpha = 45^\circ$ соскальзывает шайба и в конце спуска упруго ударяется о стенку, перпендикулярную наклонной плоскости (см. рис.). На какую высоту h снова поднимется шайба по плоскости, если первоначально она находилась на высоте $H = 0,6 \text{ м}$? Коэффициент трения шайбы о плоскость $\mu = 0,2$.



5. На сплошной диск намотан шнур (см.рис.). Диаметр диска $d = 12 \text{ см}$, масса $M = 200 \text{ г}$. К шнуру привязан груз массой $m_2 = 50 \text{ г}$. В обод диска по радиусу плотно ввернули два стержня длиной $l = 14 \text{ см}$ и массой $m = 21 \text{ г}$ каждый. Найти за какое время груз начав движение из состояния покоя пройдет путь $\Delta h = 50 \text{ см}$. Трением при вращении блока пренебречь. Диска и стержни выполнены из одинакового материала. Ускорение свободного падения $g = 9,815 \text{ м/с}^2$.

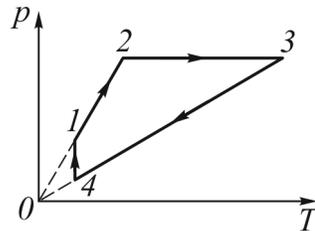
6. Маховик в виде сплошного диска массой $m = 90 \text{ кг}$ и диаметром $d = 84 \text{ см}$ находился в состоянии покоя. Затем он был раскручен до частоты вращения $n = 900 \text{ об/мин}$ и предоставлен самому себе. Через какое-то время под действием силы трения частота вращения маховика снизилась в 2 раза. Определить работу, совершённую силой трения при торможении маховика.

7. Какую длину должен иметь маятник Фуко, если представить себе, что он установлен на планете, плотность которой равна плотности Земли, а радиус в 2 раза меньше? Маятник совершает три колебания в минуту.

8. Кислород массой $m = 8$ г при температуре $t_0 = 27^\circ\text{C}$ занимает объем $V = 200$ л. Определить давление в этом объёме, если газ превращён в полностью ионизированную плазму при температуре $T = 10^6$ К.

9. При изотермическом расширении 1 моль гелия давление p уменьшилось в 1,5 раза. Найти приращение энтропии ΔS .

10. На $p - V$ - диаграмме показаны два замкнутых термодинамических цикла, проведённых с идеальным одноатомным газом: 1-2-3-4 и 1-5-6-4-1 (см. рис.). Определить отношение коэффициентов полезного действия этих циклов: η_1/η_2 .



Вариант №11

наверх

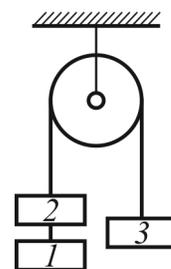
1. Движение материальной точки по двум взаимно перпендикулярным направлениям определяется уравнениями:

$$\begin{cases} x = 5 - 2t^2 \text{ (м)} \\ y = 3 + 6t^2 \text{ (м)} \end{cases};$$

Определить среднюю скорость перемещения в интервале от $t_1 = 0$ с до $t_2 = 3$ с.

2. Под каким углом α к горизонту надо бросить шарик, чтобы центр кривизны вершины траектории находился на земной поверхности?

3. Через неподвижный блок перекинута нить, к которой подвешены три одинаковых груза массой $m = 5$ кг каждый (см. рис.). Найти ускорение системы и силу натяжения нити между грузами 1 и 2. Какой путь s пройдут грузы за первые $t = 4$ с движения? Трением пренебречь.



4. Пуля массой $m = 7,5$ г, летящая горизонтально, попадает в баллистический маятник массой $M = 750$ г и длиной подвеса $l = 1,7$ м. Удар неупругий. Определить скорость v данной пули до столкновения, если маятник отклонился на угол $\alpha = 54^\circ$. Сопротивлением воздуха пренебречь, ускорение свободного падения $g = 9,815$ м/с².

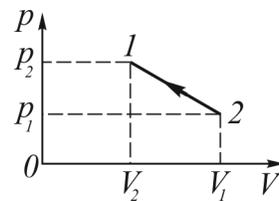
5. Стержень массой $M = 80$ кг и длиной $l = 40$ см может свободно вращаться вокруг вертикальной оси, проходящей через его край. Пуля, летящая на излёте со скоростью $v = 10,4$ м/с горизонтально и перпендикулярно стержню, попадает в край стержня и застревает в нем, заставляя его вращаться с угловой скоростью $\omega = 6$ рад/с. Найти массу m пули.

6. Шар катится без скольжения по горизонтальной поверхности. Полная кинетическая энергия шара $T = 20$ Дж. Определить кинетическую энергию поступательного движения шара.

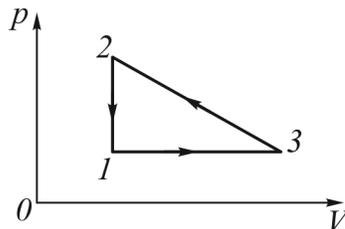
7. К пружине, верхний конец которой закреплён, подвешен груз массой $m = 0,1$ кг. Жёсткость пружины $k = 40$ Н/м. Определить период вертикальных колебаний системы и амплитуду колебаний, если в начальный момент времени груз оттянут вниз от положения равновесия на расстояние $x_0 = 10$ см и ему сообщена скорость $v_0 = 3,5$ м/с, направленная вверх.

8. Цилиндрический сосуд длиной $l = 85$ см разделён на две части легкоподвижным поршнем. В одной части сосуда находится водород, в другой – кислород той же массы. При каком отношении температур поршень будет делить сосуд на две равные части?

9. Какое количество теплоты необходимо отобрать у гелия, взятого в количестве $\nu = 4$ моль, в процессе 1–2 (см. рис.), чтобы его температура стала $t = 20^\circ\text{C}$? Известно, что при охлаждении объем гелия уменьшился в 4 раза, а давление возросло вдвое.



10. Найти КПД изображённого на рисунке цикла. Рабочее тело – идеальный одноатомный газ.



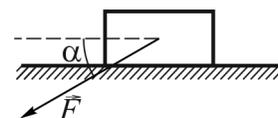
Вариант №12

наверх

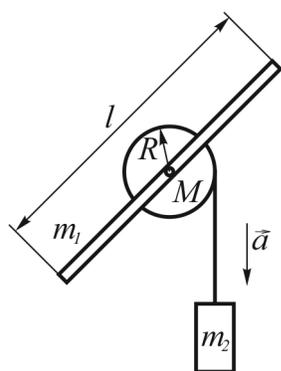
1. Уравнение траектории тела, брошенного с поверхности Земли под углом к горизонту, имеет вид $y = (-0,196x + 1,732x^2)$ (м) (ось x – горизонтальна, ось y – вертикальна). Определите время движения тела.

2. Из шланга, установленного на земле, под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту бьет струя воды с начальной скоростью $v_0 = 15$ м/с. Площадь сечения отверстия шланга $S = 1$ см². Определить массу воды в струе, находящейся в воздухе.

3. С какой наименьшей силой нужно толкать перед собой тележку, масса которой $m = 12$ кг, для того чтобы сдвинуть её с места? Сила направлена вдоль ручки тележки и составляет с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$ (см. рис.), а коэффициент трения между полом и тележкой $\mu = 0,4$?



4. Из духового ружья стреляют в спичечную коробку, лежащую на расстоянии $l = 30$ см от края стола. Пуля массой $m = 1$ г, летящая горизонтально со скоростью $v_0 = 150$ м/с, пробивает коробку и вылетает из неё со скоростью $0,6v_0$. Масса коробки $M = 50$ г. При каком коэффициенте трения между коробкой и столом коробка упадёт со стола?



5. На сплошной диск намотан шнур (см. рис.). Радиус диска $R = 6$ см, масса $M = 200$ г. К шнуру привязан груз массой $m_2 = 50$ г. Диск соединен со стержнем длиной $l = 40$ см и массой $m_1 = 40$ г таким образом, что их центры совмещены. Найти за какое время груз начав движение из состояния покоя пройдет путь $\Delta h = 50$ см. Трением при вращении блока пренебречь. Ускорение свободного падения $g = 9,815$ м/с².

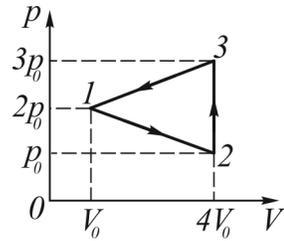
6. При равноускоренном подъёме груза по наклонной плоскости длиной $l = 6$ м с углом наклона к горизонту $\varphi = 22^\circ 48'$ в течении времени $\Delta t = 10$ с была затрачена работа $A = 2$ кДж. Определить массу груза m . Трением пренебречь, ускорение свободного падения $g = 9,815$ м/с².

7. Точка участвует в двух одинаково направленных колебаниях: $x_1 = A_1 \sin \omega t$ и $x_2 = A_2 \cos \omega t$, где $A_1 = 1$ см, $A_2 = 2$ см. Определить амплитуду результирующего колебания.

8. Каково будет смещение напылённой полоски металла в приборе Штерна при частоте вращения $\nu = 20$ с⁻¹ и при скорости атомов $v = 300$ м/с? Радиус цилиндра $R = 10$ см.

9. При изохорном нагреве 2 моль азота давление p увеличивается в 2 раза. Найти приращение энтропии ΔS .

10. С идеальным газом совершают круговой процесс, изображённый на рисунке, в направлении, указанном стрелками. В состояниях 1 и 4 температуры газа соответственно $T_1 = 400 \text{ К}$, $T_4 = 450 \text{ К}$. На участке 2-3 газу передают количество теплоты $Q = 1500 \text{ Дж}$. Найти работу, совершаемую газом, взятым в количестве $\nu = 3 \text{ моль}$, в этом цикле.

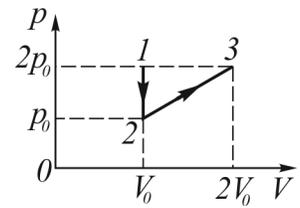


Вариант №13

наверх

1. Движение точки по кривой задано уравнением $\vec{r} = \vec{i}A_1t^3 + \vec{j}A_2t$, где $A_1 = 1 \text{ м/с}^3$, $A_2 = 16 \text{ м/с}$. В какой момент времени скорость равна 20 м/с ?
2. Камень брошен вниз без начальной скорости с высоты $h_0 = 200 \text{ м}$. Определить среднюю скорость $\langle v \rangle$ его движения за последние 4 секунд падения. Сопротивлением воздуха пренебречь, ускорение свободного падения $g = 9,815 \text{ м/с}^2$.
3. Тело массой $M = 2 \text{ кг}$, лежит на столе, соединено с телом такой же массы нитью, переброшенной через невесомый блок, укрепленный на краю стола. Коэффициента трения μ первого тела о поверхность стола равен $0,2$. Определить минимальный вес перегрузка m , который необходимо добавить к первому телу для того, чтобы система тел была неподвижна. Сопротивлением воздуха и трением в блоке пренебречь, ускорение свободного падения $g = 9,815 \text{ м/с}^2$.
4. Шар, движущийся со скоростью $v = 2 \text{ м/с}$, налетает на неподвижный точно такой же шар. В результате упругого столкновения шар изменил направление движения на угол $\alpha = 30^\circ$. Определить скорости шаров после удара.
5. В центре скамьи Жуковского стоит человек и держит в руках стержень массой $m = 9 \text{ кг}$ расположенный горизонтально так, что центр стержня находится на оси вращения. Система в этом случае вращается с частотой $n = 1,9 \text{ об/с}$. Если человек, оставив стержень в горизонтальном положении, возьмёт его за один из концов, то частота вращения изменится на $\Delta n = 0,9 \text{ об/с}$. Определить длину l этого стержня, если суммарный момент инерции человека и скамьи $I = 7 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.
6. Шар катится без скольжения по горизонтальной поверхности. Полная кинетическая энергия шара $T = 20 \text{ Дж}$. Определить кинетическую энергию вращательного движения шара.
7. Два одинаково направленных гармонических колебания одного периода с амплитудами $A_1 = 10 \text{ см}$, $A_2 = 6 \text{ см}$ складываются в одно колебание с амплитудой $A = 14 \text{ см}$. Найти разность фаз складываемых колебаний.
8. Приблизённо воздух можно считать смесью азота ($\eta_1 = 80\%$ по массе), кислорода ($\eta_2 = 16\%$) и углекислого газа ($\eta_3 = 4\%$). Найти эффективную молярную массу M воздуха, т.е. молярную массу такого газа, который при одинаковых параметрах со смесью будет иметь ту же массу.

9. Идеальный одноатомный газ участвует в процессе 1–2–3, представленном на рисунке. Найти отношение количества теплоты, полученного газом, к работе, совершенной газом.



10. Температура горения некоторого химического топлива в воздухе при нормальном давлении $T_1 = 1500$ К. Каков максимально возможный КПД тепловой машины, использующей данное топливо? Роль холодильника выполняет окружающий воздух с температурой $T_2 = 300$ К. Найти мощность двигателя, если в окружающий воздух каждую секунду рассеивается количество теплоты $Q = 20$ кДж.

Вариант №14

наверх

1. Движение материальной точки задано системой уравнений

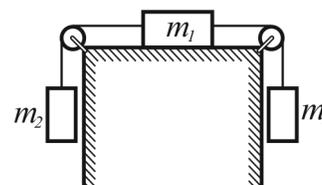
$$x = \begin{cases} A_1 t^2 + B_1 t + C_1, & t < 2c \\ A_2 t^2 + B_2 t + C_2, & t \geq 2c \end{cases};$$

где $A_1 = 0,5 \text{ м/с}^2$, $B_1 = -2 \text{ м/с}$, $C_1 = 4 \text{ м}$, $A_2 = -1 \text{ м/с}^2$, $B_2 = 4 \text{ м/с}$, $C_2 = -2 \text{ м/с}$.
Определить среднюю путевую скорость в интервале от $t_1 = 0 \text{ с}$ до $t_2 = 5 \text{ с}$.

2. Камень бросили с некоторой высоты h под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Он достиг максимальной высоты над поверхностью, земли, равной $2h$, и упал на поверхность земли через время $t_0 = 4 \text{ с}$ после броска. Определить начальную скорость броска?

3. Система состоит из одного бруска и двух грузов (см. рис.).

Брусок массой $m_1 = 4 \text{ кг}$ лежит на столе. Грузы с массами $m_2 = 1 \text{ кг}$ и $m_3 = 2 \text{ кг}$ привязаны к бруску шнурами, перекинутыми через неподвижные блоки, прикрепленные к противоположным краям стола. Определить минимальное значение коэффициента трения μ бруска о поверхность стола, при котором система будет неподвижна. Соппротивлением воздуха, массой блоков и трением в них пренебречь, ускорение свободного падения $g = 9,815 \text{ м/с}^2$.



4. На неподвижную частицу массой m_1 налетает частица массой m_2 . После соударения одна из частиц полетела под прямым углом, а другая под углом $\alpha = 30^\circ$ к направлению первоначальной скорости налетевшей частицы. Найти отношение масс частиц m_2/m_1 если при столкновении $\eta = 20\%$ первоначальной энергии перешло в тепло.

5. Платформа в форме диска массой $M = 9,1 \text{ кг}$ и радиусом $R = 20 \text{ см}$ вращается с частотой $n_1 = 11 \text{ об/с}$ по инерции вокруг вертикальной оси. Когда на неё положили диск с радиусом $r = 10 \text{ см}$ таким образом, что его внешний край совпал с краем платформы (диск полностью лежит на платформе), частота вращения системы снизилась до $n_2 = 10 \text{ об/с}$. Определить массу m добавленного диска.

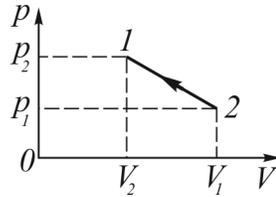
6. Электровоз тянет поезд, общая масса которого $m = 2000 \text{ т}$. Принимая, что полезная мощность электровоза постоянна $N = 1800 \text{ кВт}$, а коэффициент трения $\mu = 0,005$. Определить ускорение поезда в момент времени, когда его скорость $v = 12 \text{ м/с}$.

7. Математический маятник длиной $l = 50 \text{ см}$ совершает гармонические колебания с амплитудой $A = 1 \text{ см}$. Найти модуль ускорения маятника в положении, когда его смещение из положения равновесия равно половине максимального.

8. Двухкомпонентная газовая смесь, состоящая из кислорода и аргона, находится в баллоне под давлением $p = 1,22$ МПа. Определить парциальное давление p' кислорода, если его массовая доля w в смеси равна 0,24.

9. Газ расширился изотермически так, что его объем V возрос в 5 раз, а приращение энтропии ΔS составило 150 Дж/К. Найти количество вещества ν этого газа.

10. Моль идеального одноатомного газа из начального состояния 1 (см. рис.) с температурой $T_1 = 400$ К, быстро расширяясь, переходит в состояние 2 (без теплообмена с окружающей средой). Затем газ сжимают (процесс 2-3) так, что давление является линейной функцией объёма, и, наконец, в изохорном процессе 3-1 газ возвращают в исходное состояние. Найти работу, совершенную газом при его расширении в процессе 1-2, если известно, что в процессах 2-3-1 газу передано количество теплоты $Q = 720$ Дж, $V_2 = 3V_1$ и $T_2 = T_3$.



Вариант №15

наверх

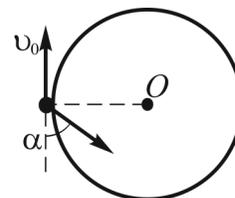
1. Движение материальной точки задано системой уравнений

$$x = \begin{cases} A_1 t^2 + B_1 t + C_1, & t \geq 1 \text{ с} \\ B_2 t + C_2, & t < 1 \text{ с} \end{cases};$$

где $A_1 = -0,5 \text{ м/с}^2$, $B_1 = 2 \text{ м/с}$, $C_1 = -1 \text{ м}$, $B_2 = 1 \text{ м/с}$, $C_2 = 0,5 \text{ м/с}$. Определить среднюю путевую скорость в интервале от $t_1 = 0 \text{ с}$ до $t_2 = 4 \text{ с}$.

2. С какой скоростью v_0 к горизонту было брошено тело, если в первую секунду движения скорость уменьшилась в 2 раза и в последующую секунду движения она ещё уменьшилась в 2 раза?

3. Небольшое тело массой m , укрепленное на невесомом стержне, равномерно движется по окружности радиусом R со скоростью v . В некоторый момент времени на тело начинает действовать сила F , направленная под углом α к скорости (см. рис.). Какое время тело будет двигаться до полной остановки? Сколько оборотов совершит тело до полной остановки?



4. Два шара массой $m_1 = 1 \text{ кг}$ и $m_2 = 2 \text{ кг}$ движутся поступательно вдоль горизонтальной прямой в одном направлении со скоростями $v_1 = 7 \text{ м/с}$ и $v_2 = 1 \text{ м/с}$. Определить скорости шаров после лобового абсолютно упругого удара.

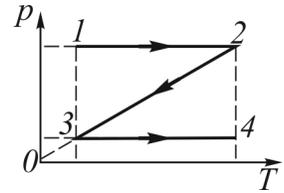
5. Однородный шар массой $m = 20 \text{ г}$ и радиуса $R = 1 \text{ см}$ закреплён на середине стержня малого диаметра длиной $l = 40 \text{ см}$ и массой $M = 150 \text{ г}$. Система вращается с угловой скоростью $\omega = 0,55 \text{ рад/с}$ относительно вертикальной оси, проходящей через один из концов стержня. Шар сместили вдоль стержня на расстояние $a = 15 \text{ см}$ ближе к оси вращения. Определить насколько изменилась угловая скорость $\Delta\omega$ системы.

6. При частоте вращения якоря $n = 1500 \text{ об/мин}$ электродвигатель развивает мощность $N = 500 \text{ Вт}$. Определить его вращающий момент M .

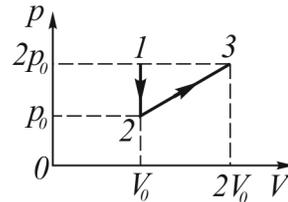
7. Точка участвует в двух одинаково направленных колебаниях: $x_1 = A_1 \sin \omega t$ и $x_2 = A_2 \cos \omega t$, где $A_1 = 1 \text{ см}$, $A_2 = 2 \text{ см}$. Определить начальную фазу результирующего колебания.

8. Баллон вместимостью $V = 5 \text{ л}$ содержит двухкомпонентную смесь гелия и водорода. Масса смеси равна $m = 4 \text{ г}$, массовая доля гелия $w = 0,6$, давление в баллоне $p_1 = 600 \text{ кПа}$. В баллон добавили $\Delta m = 0,84 \text{ г}$ водорода при той же температуре. Определить давление p_2 в баллоне.

9. Неон массой $m = 200$ г переводится из состояния 1 в состояние 4, как показано на $p - V$ - диаграмме (см. рис.). Определить подведённое газу количество теплоты в процессе 1-2-3-4, если разность конечной и начальной температур $t_4 - t_1 = 100^\circ\text{C}$.



10. Определить работу A , которую совершит идеальный газ за цикл 1-4-3-2-1 (см. рис.), если $p_1 = 10^5$ Па, $p_0 = 3 \cdot 10^5$ Па, $p_2 = 4 \cdot 10^5$ Па, $V_1 = 10$ л, $V_2 = 20$ л.



Вариант №16

наверх

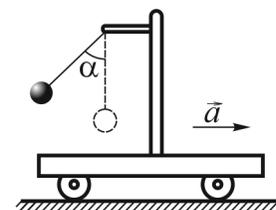
1. Движение тела в горизонтальном и вертикальном направлениях определяется уравнениями:

$$\begin{cases} x = 250t \text{ (м)} \\ y = 430 - 4.9t^2 \text{ (м)} \end{cases} ;$$

Определите радиус кривизны траектории в момент наивысшего подъёма тела. Ускорение свободного падения $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.

2. Время горения запала сигнальной ракеты $t = 5 \text{ с}$. Ракета выпущена под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту. Определить какой начальной скоростью v_0 она должна обладать, чтобы вспыхнуть в наивысшей точке своей траектории?

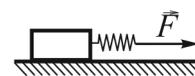
3. На тележке укреплен отвес – шарик массой m . На какой угол α от вертикали отклонится нить отвеса, если тележка будет двигаться с ускорением a (см. рис.)? Какова будет сила натяжения нити?



4. Снаряд при вертикальном выстреле достигает высшей точки полёта $H = 3 \text{ км}$ и разрывается на две части, имеющие массы $m_1 = 3 \text{ кг}$ и $m_2 = 2 \text{ кг}$. Осколки продолжают двигаться по вертикали – первый вниз, второй вверх. Найти скорости осколков через время $t = 2 \text{ с}$ после разрыва, если их полная механическая энергия непосредственно после разрыва $E = 247 \text{ кДж}$.

5. Система, состоящая из стержня массой $M = 213 \text{ г}$ и закреплённых на нем двух одинаковых грузов массами $m = 50 \text{ г}$, вращается с частотой $n_1 = 30 \text{ об/мин}$ относительно центра стержня. Длина стержня $a = 40 \text{ см}$, расстояние между грузами $l = 20 \text{ см}$. Грузы располагаются симметрично относительно оси вращения. Определить на какую величину необходимо изменить расстояние между грузами для того, чтобы частота вращения возросла до $n_2 = 36 \text{ об/мин}$.

6. На горизонтальной плоскости лежит брусок массой $m = 2 \text{ кг}$. К бруску, прикреплена пружина жёсткостью $k = 100 \text{ Н/м}$. К пружине приложили горизонтально действующую силу (см. рис.). Какую работу совершит сила к моменту, когда брусок начнёт скользить? Коэффициент трения о плоскость $\mu = 0,5$.

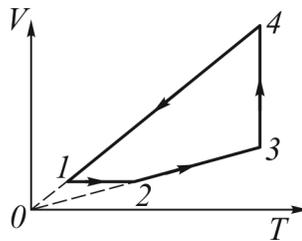


7. Точка совершает гармонические колебания. Период колебаний равен $T = 5 \text{ с}$, амплитуда колебаний $A = 15 \text{ см}$. Найти максимальное ускорение a_{max} точки.

8. В сосуде находится смесь кислорода и гелия количеством $\nu = 1,5 \text{ моль}$ с массовой долей гелия $w = 0,2$. Определить массу m смеси.

9. При изотермическом расширении 30 моль азота объем V увеличивается в 50 раз. Найти приращение энтропии ΔS .

10. В круговом процессе, изображённом на рисунке, участвует идеальный газ, взятый в количестве $\nu = 5$ молей. Направление процесса указано стрелками. Найти работу, совершенную газом за цикл, если на участке 2-3 ему передают количество теплоты $Q = 8000$ Дж, а температуры газа в состояниях 1 и 4 соответственно равны $T_1 = 300$ К и $T_4 = 450$ К.

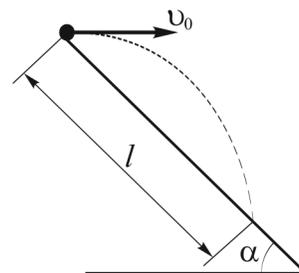


Вариант №17

наверх

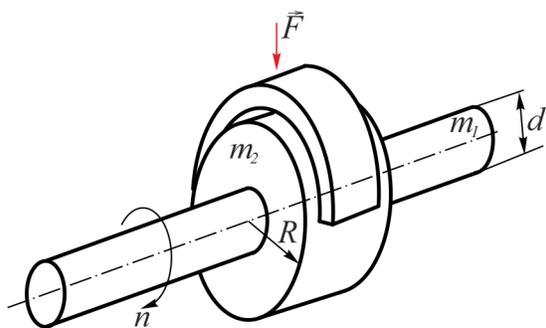
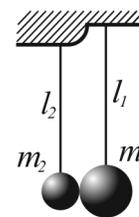
1. Движение точки по кривой задано уравнением $\vec{r} = \vec{i}(A_1 t^3 + B_1 t) + \vec{j}(A_2 t^2 + B_2 t)$, где $A_1 = 1 \text{ м/с}^3$, $B_1 = -2 \text{ м/с}$, $A_2 = -1 \text{ м/с}^2$, $B_2 = 4 \text{ м/с}$. Найти скорость и ускорение материальной точки в тот момент времени, когда её скорость параллельна оси ОХ.

2. Камень брошен горизонтально со склона горы, образующего угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом (см. рис.). Чему равна начальная скорость v_0 камня, если он упал на склон на расстоянии $l = 40 \text{ м}$ от точки бросания?



3. При движении паровоза с ускорением $a = 0,5 \text{ м/с}^2$ измеренная разность Δh уровней жидкости у переднего и заднего концов емкости для воды в его тендере составляла 206 мм . Определить длину L этой емкости. Ускорение свободного падения $g = 9,815 \text{ м/с}^2$.

4. Два небольших стальных шарика подвешены на невесомых нерастяжимых нитях, как показано на рисунке. Массы шариков равны m_1 и m_2 , длины нитей l_1 и l_2 соответственно. Первый шарик отклоняют на угол α и отпускают. На какой угол β отклонится после удара второй шарик? Удар центральный и абсолютно упругий. Сопротивление воздуха не учитывать.



5. На вал массой $m_1 = 100 \text{ кг}$ и диаметром $d = 15 \text{ см}$ плотно надето и жёстко закреплено кольцо с внешним радиусом $R = 24 \text{ см}$ и массой $m_2 = 200 \text{ кг}$. Система вращалась с частотой $n = 4 \text{ об/с}$. К цилиндрической поверхности кольца прижали тормозную колодку с силой $F = 40 \text{ Н}$, под действием которой вал останавливается через время $t = 64 \text{ с}$. Определить коэффициент трения μ .

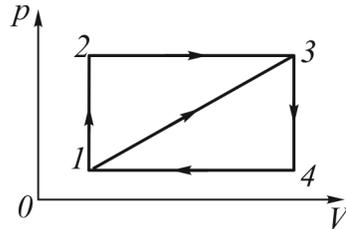
6. Когда к пружине подвешен груз массой $m_1 = 3 \text{ кг}$, ее длина $l_1 = 112 \text{ мм}$. Если масса груза $m_2 = 8 \text{ кг}$, то длина пружины $l_2 = 132 \text{ мм}$. Какую работу необходимо совершить, чтобы растянуть пружину до длины l_2 из недеформированного состояния?

7. В процессе гармонических колебаний грузик математического маятника имеет максимальную скорость $v_{\max} = 3 \text{ м/с}$ и максимальное ускорение $a_{\max} = 3,14 \text{ м/с}^2$. Чему равен период колебаний маятника?

8. При нормальных условиях найти плотность ρ двухкомпонентной газовой смеси, состоящей из азота и неона, если массовая доля азота $w_1 = 0,15$.

9. При изобарном нагреве 5 моль водорода объем V увеличивается в 2,72 раза. Найти приращение энтропии ΔS .

10. Циклический процесс, изображённый на рисунке, состоит из адиабаты, изобары и изохоры. КПД процесса $\eta = 60\%$. Чему равно отношение количества теплоты, полученного рабочим веществом в изобарическом процессе к количеству теплоты, отданному холодильнику в изохорическом процессе?

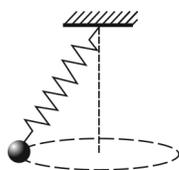
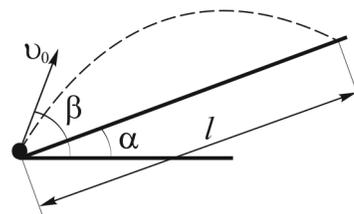


Вариант №18

наверх

1. Движение точки по кривой задано уравнением $\vec{r} = \vec{i}(A_1 t^3 + B_1 t) + \vec{j}(A_2 t^2 + B_2 t)$, где $A_1 = -1 \text{ м/с}^3$, $B_1 = 3 \text{ м/с}$, $A_2 = 2 \text{ м/с}^2$, $B_2 = 1 \text{ м/с}$. Найти скорость и ускорение материальной точки в тот момент времени, когда её скорость параллельна оси ОУ.

2. Из 120-мм миномёта САО 2С9 ведут стрельбу по объектам, расположенным на склоне горы. Угол наклона горы $\alpha = 30^\circ$ и угол стрельбы относительно горизонта $\beta = 60^\circ$ (см. рис.). На каком расстоянии l от миномёта будут падать мины, если при использовании основного типа заряда их начальная скорость $v_0 = 120 \text{ м/с}$?



3. Тело массой m подвешивают на невесомой пружине жёсткостью k и первоначальной длиной l_0 . Затем тело раскручивают с частотой n так, что пружина с грузом описывает в пространстве конус (см. рис.). Определить возникающее при этом удлинение пружины Δl .

4. Частица массой m движется со скоростью v и сталкивается с неподвижной частицей массой M . В результате упругого удара частица массой m отклонилась на угол $\alpha = \pi/2$ от направления своего первоначального движения и её скорость уменьшилась вдвое. Определить модуль скорости движения частицы массой M .

5. В центре скамьи Жуковского стоит человек и держит в руках стержень длиной $l = 2 \text{ м}$, расположенный горизонтально так, что центр стержня находится на оси вращения. Система в этом случае вращается с частотой $n = 1,9 \text{ об/с}$. Если человек, оставив стержень в горизонтальном положении, возьмёт его за один из концов, то частота вращения изменится на $\Delta n = 0,9 \text{ об/с}$. Определить массу m этого стержня, если суммарный момент инерции человека и скамьи $I = 7 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.

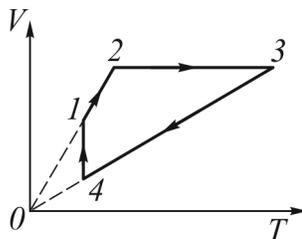
6. Какую минимальную работу надо совершить, чтобы из колодца глубиной $h = 10 \text{ м}$ поднять на тросе ведро с водой массой $m = 8 \text{ кг}$? Линейная плотность троса $\mu = 0,4 \text{ кг/м}$.

7. Складываются два гармонических колебания одинаковой частоты и одинакового направления: $x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$ и $x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$, где $A_1 = 3 \text{ см}$, $\varphi_1 = \pi/6$, $A_2 = 4 \text{ см}$, $\varphi_2 = \pi/3$. Определить амплитуду результирующего колебания.

8. Определить температуру газа, при которой средняя квадратичная скорость молекул водорода больше их наиболее вероятной скорости на $\Delta v = 400 \text{ м/с}$.

9. В изотермическом процессе газ совершает работу $A = 150$ Дж. На сколько изменится внутренняя энергия этого газа, если ему сообщить количество теплоты в 2 раза меньшее, чем в первом случае, а процесс производить изохорически?

10. С двумя молями идеального газа совершают круговой процесс в направлении, показанном на рисунке стрелками. Температуры газа в состояниях 1 и 2 соответственно $T_1 = 300$ К, $T_2 = 400$ К. Количество теплоты, подведённое к нему на участке 3-4, $Q = 2000$ Дж. Найти работу, совершенную газом за цикл.



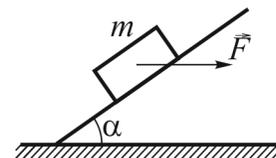
Вариант №19

наверх

1. По окружности радиуса $R = 2$ м одновременно движутся две точки так, что законы их движения имеют вид: $\varphi_1 = 2 + 2t$ и $\varphi_2 = -3 - 4t$. Определить относительную скорость v в момент их встречи.

2. Горизонтально летящая пуля пробивает последовательно два вертикальных листа бумаги, расположенных на расстоянии $l = 18$ м друг от друга. При этом пробойна на втором листе оказывается на $h = 2$ мм ниже, чем на первом. С какой скоростью подлетела пуля ко второму листу?

3. На наклонную плоскость, образующую угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом, положили груз массой $m = 1$ кг. Коэффициент трения груза о плоскость $\mu = 0,1$. Какую горизонтальную силу F (см. рис.) необходимо приложить к бруску, чтобы он равномерно перемещался вверх по наклонной плоскости?



4. Два тела, находящиеся на гладкой горизонтальной поверхности, соединены сжатой пружиной. Энергия пружины $E = 3$ Дж, массы тел $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 2$ кг. С какими скоростями будут двигаться тела после освобождения пружины?

5. Стержень длиной $l = 40$ см может свободно вращаться вокруг вертикальной оси, проходящей через его край. Пуля массой $m = 8$ г, летящая на излёте со скоростью $v = 12,25$ м/с горизонтально и перпендикулярно стержню, попадает в стержень на расстоянии $a = 15$ см от свободного конца стержня и застревает в нем, заставляя его вращаться с угловой скоростью $\omega = 5$ рад/с. Найти массу M стержня.

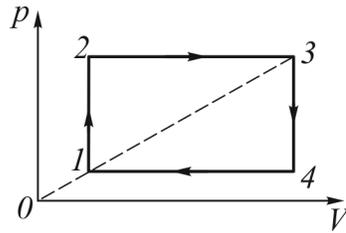
6. Пуля массой $m = 3,42$ г, выпущенная из автоматического оружия, летит вращаясь около продольной оси с частотой $n = 4500$ об/с. Для придания ей данных характеристик необходимо затратить работу $A = 1,3$ кДж. Принимая пулю за цилиндр диаметром $d = 5,62$ мм, определить скорость её поступательного движения v .

7. Точка совершает гармонические колебания закону $x = A \cos(\omega t + \varphi)$. Амплитуда колебаний $A = 3$ см, период $T = 10$ с. Найти её максимальную скорость v_{max} .

8. Какой скоростью обладает молекула паров серебра, если её угловое смещение в опыте Штерна составляет $\Delta\varphi = 5,4^\circ$ при частоте вращения прибора $\nu = 150$ с $^{-1}$? Расстояние между внутренним и внешним цилиндрами $R = 2$ см.

9. Для нагревания некоторого количества воздуха при постоянном давлении от температуры $t_1 = 15^\circ\text{C}$ до температуры $t_2 = 65^\circ\text{C}$ требуется количество теплоты $Q_1 = 5$ кДж. Для его нагревания при постоянном объёме при тех же начальной и конечной температурах требуется количество теплоты $Q_2 = 3,5$ кДж. Каков объём воздуха при температуре $t_1 = 15^\circ\text{C}$ и давлении $p = 2 \cdot 10^5$ Па?

10. Во сколько раз КПД цикла 1-2-4-1 больше КПД цикла 2-3-5-2 (см. рис.)? Рабочее тело – идеальный одноатомный газ.



Вариант №20

наверх

1. Движение материальной точки задано системой уравнений

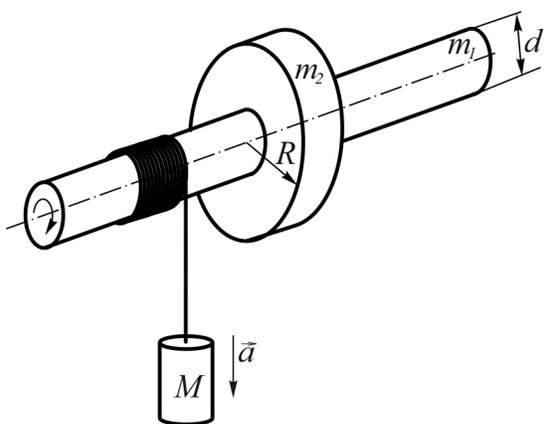
$$x = \begin{cases} A_1 t^2 + B_1 t + C_1, & t < 3 \text{ с} \\ B_2 t + C_2, & t \geq 3 \text{ с} \end{cases};$$

где $A_1 = -1 \text{ м/с}^2$, $B_1 = 2 \text{ м/с}$, $C_1 = 1 \text{ м}$, $B_2 = -4 \text{ м/с}$, $C_2 = 10 \text{ м/с}$. Определить среднюю путевую скорость в интервале от $t_1 = 0 \text{ с}$ до $t_2 = 5 \text{ с}$.

2. Скорость точек рабочей поверхности шлифовального круга диаметром $d = 40 \text{ см}$ не должна превышать $v = 100 \text{ м/с}$. Определить предельную частоту вращения этого круга n и нормальное ускорение a_n точек рабочей поверхности.

3. Тело массой $m = 0,4 \text{ кг}$ бросают вертикально вверх с начальной скоростью $v = 30 \text{ м/с}$. Через время $t = 2,5 \text{ с}$ тело достигает высшей точки подъёма. Определить среднее значение силы сопротивления воздуха, считая движение равнозамедленным.

4. При ударе об идеально гладкую горизонтальную поверхность шарик теряет третью часть своей кинетической энергии. Зная, что угол падения шарика $\alpha = 45^\circ$, найти угол, который составляет скорость шарика с вертикалью после удара.



5. Система состоит из горизонтальной оси (масса $m_1 = 35 \text{ кг}$, диаметр $d = 4 \text{ см}$) и диска, насаженного на эту ось (радиус $R = 6 \text{ см}$, масса $m_2 = 70 \text{ кг}$). На ось намотан шнур, к которому привязан груз массой $M = 2 \text{ кг}$. Опускаясь равноускорено, груз прошёл путь $\Delta h = 0,8 \text{ м}$. Определить время движения груза. Трение считать пренебрежимо малым. Ускорение свободного падения $g = 9,815 \text{ м/с}^2$.

6. Шар скатился без скольжения с наклонной плоскости высотой $h = 1 \text{ м}$. Определить линейную скорость v центра шара в момент касания горизонтальной поверхности.

7. Маленький шарик, подвешенный на невесомой нерастяжимой нити длиной $l = 1 \text{ м}$, выводят из положения равновесия так, что нить составляет малый угол с вертикалью, и отпускают. Через какой промежуток времени угол между нитью и вертикалью уменьшится вдвое?

8. Средняя арифметическая скорость атомов радона $\langle v \rangle = 169 \text{ м/с}$. Определить их среднюю кинетическую энергию $\langle W \rangle$ отдельного атома.

9. При изотермическом расширении 15 моль азота приращение энтропии ΔS составило 75 Дж/К. Во сколько раз уменьшилось давление p газа?

10. Найти работу на участке изотермического расширения рабочего тела теплового двигателя, работающего по циклу Карно, если коэффициент полезного действия равен $\eta = 80\%$, а количество теплоты, отдаваемое за цикл холодильнику, $Q = 2$ Дж.

Вариант №21

наверх

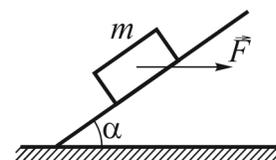
1. Движение материальной точки задано системой уравнений

$$x = \begin{cases} A_1 t^2 + B_1 t + C_1, & t < 2 \text{ с} \\ B_2 t + C_2, & t \geq 2 \text{ с} \end{cases};$$

где $A_1 = -1 \text{ м/с}^2$, $B_1 = 1 \text{ м/с}$, $C_1 = 4 \text{ м}$, $B_2 = -3 \text{ м/с}$, $C_2 = 8 \text{ м/с}$. Определить среднюю путевую скорость в интервале от $t_1 = 0 \text{ с}$ до $t_2 = 4 \text{ с}$.

2. Определить на сколько отличаются линейные скорости точек, лежащих на поверхности земли на широте Санкт-Петербурга ($\varphi = 59^\circ 57'$) и экватора ($\varphi = 0^\circ$). Радиус Земли $R = 6400 \text{ км}$.

3. Какую горизонтальную силу F необходимо приложить к бруску (см. рис.), чтобы он равномерно перемещался вниз по наклонной плоскости? Масса бруска $m = 2 \text{ кг}$, коэффициент трения между бруском и поверхностью плоскости $\mu = 0,2$; плоскость образует угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонтом.



4. Молекула летит со скоростью $v = 500 \text{ м/с}$ и упруго ударяется о поршень, движущийся навстречу ей. Скорость молекулы составляет угол $\alpha = 60^\circ$ с нормалью поршня. Определить величину и направление скорости молекулы после удара. Скорость поршня $u = 20 \text{ м/с}$.

5. Платформа в форме диска массой $M = 9,1 \text{ кг}$ и радиусом $R = 20 \text{ см}$ вращается с частотой $n_1 = 11 \text{ об/с}$ по инерции вокруг вертикальной оси. Когда на неё положили кольцо с внутренним радиусом $r_1 = 8 \text{ см}$ и внешним $r_2 = 10 \text{ см}$ таким образом, что внешний край кольца совпал с краем платформы (кольцо полностью лежит на платформе), частота вращения системы снизилась до $n_2 = 10 \text{ об/с}$. Определить массу m кольца.

6. Сплошной цилиндр катится без скольжения по горизонтальной поверхности. Линейная скорость оси цилиндра $v = 1 \text{ м/с}$, масса $m = 4 \text{ кг}$. Определить полную кинетическую энергию цилиндра.

7. При какой скорости поезда тело массой $m = 0,1 \text{ кг}$, подвешенное в вагоне на пружине жёсткостью $k = 10 \text{ Н/м}$, будет иметь максимальную амплитуду колебаний, если расстояния между стыками рельсов $l = 12,5 \text{ м}$?

8. Найти давление электронного газа в германиевом полупроводнике, если известно, что в объёме полупроводника $V = 1 \text{ см}^3$ содержится $N = 10^{15}$ свободных электронов, движущихся со средней квадратичной скоростью $\langle v_{\text{кв}} \rangle = 100 \text{ км/с}$. Электронный газ считать идеальным.

9. Двухкомпонентная газовая смесь состоит из $m_1 = 500$ г водяного пара и $m_2 = 220$ г ксенона. Найти её показатель адиабаты γ .

10. Три четверти теплоты, полученной от нагревателя при осуществлении цикла Карно, передаётся холодильнику. Температура нагревателя $T_1 = 400$ К. Найти температуру холодильника.

Вариант №22

наверх

1. Движение материальной точки задано системой уравнений

$$x = \begin{cases} A_1 t^2 + B_1 t + C_1, & t < 2c \\ B_2 t + C_2, & t \geq 2c \end{cases};$$

где $A_1 = 0,5 \text{ м/с}^2$, $B_1 = 1 \text{ м/с}$, $C_1 = -2 \text{ м}$, $B_2 = 3 \text{ м/с}$, $C_2 = -4 \text{ м/с}$. Определить среднюю путевую скорость в интервале от $t_1 = 0 \text{ с}$ до $t_2 = 4 \text{ с}$.

2. В 1962 году корабль-спутник «Восток-3» с космонавтом А.Г. Николаевым на борту совершил $N=64$ оборота вокруг Земли за $t = 94 \text{ ч } 22 \text{ мин}$. Определить среднюю скорость полета v . Орбиту корабля можно считать круговой и отстоящей от поверхности Земли на $h = 230 \text{ км}$.

3. Если к телу приложить силу $F = 120 \text{ Н}$ под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту, то тело будет двигаться равномерно. С каким ускорением будет двигаться тело, если ту же силу приложить под углом $\beta = 30^\circ$ к горизонту? Масса тела $m = 25 \text{ кг}$.

4. Граната, летевшая горизонтально со скоростью $v_0 = 10 \text{ м/с}$, разорвалась на две части массами $m_1 = 1 \text{ кг}$ и $m_2 = 1,5 \text{ кг}$. Скорость большего куска осталась горизонтальной и возросла до $v_2 = 25 \text{ м/с}$. Определить скорость и направление полёта меньшего осколка.

5. На горизонтальной платформе, имеющей форму диска радиусом $R = 4 \text{ м}$, находится человек массой $m = 80 \text{ кг}$. Масса платформы $M = 440 \text{ кг}$. Платформа может вращаться вокруг вертикальной оси, проходящей через её центр. Человек идёт вдоль её окружности со скоростью $v = 1,5 \text{ м/с}$ относительно платформы. Угловая скорость платформы $\omega = 0,05 \text{ рад/с}$. Определить на каком расстоянии от оси вращения находится человек. Трением пренебречь.

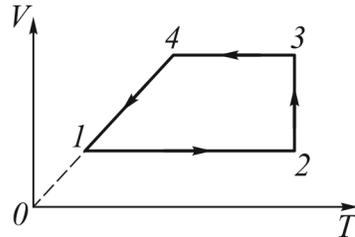
6. Вагонетку, идущую со скоростью $v_1 = 2,4 \text{ м/с}$, ввели на возвышенность с углом наклона $\alpha = 4^\circ$ по пути длиной $l = 8 \text{ м}$ под действием постоянной силы, затратив на это работу $A = 800 \text{ Дж}$. В конце этого пути её скорость v снизилась до $0,72 \text{ м/с}$. Определить массу m вагонетки.

7. Точка совершает гармонические колебания. Наибольшее смещение точки $x_{max} = 4 \text{ см}$, максимальная скорость $v_{max} = 8 \text{ см/с}$. Найти максимальное ускорение a_{max} точки.

8. Два баллона соединены непроводящей тепло тонкой трубкой. Объёмы баллонов $V_1 = 12 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$, $V_2 = 8 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$. В баллонах находится идеальный газ в количестве $\nu = 3$ моля. Первый баллон поддерживается при температуре $t = 0^\circ \text{С}$. До какой температуры нужно нагреть второй баллон, чтобы в нем осталась одна треть общего количества газа? Каким будет давление в сосудах?

9. Двухкомпонентная газовая смесь состоит из $m_1 = 360$ г гелия и $m_2 = 640$ г кислорода. Найти её удельную теплоёмкость при постоянном давлении c_p .

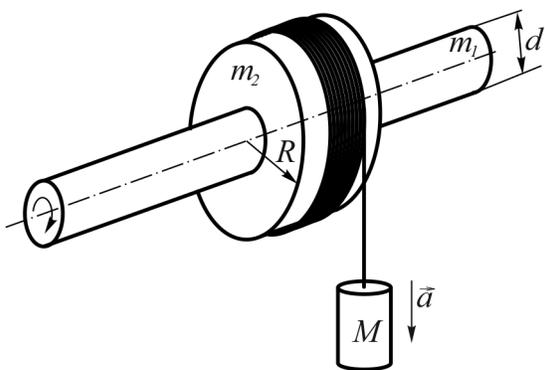
10. Над одним молем азота совершают замкнутый цикл (см. рис.). Известно: $p_1 = 2 \cdot 10^5$ Па, $V_1 = 10$ л, $p_2 = 4 \cdot 10^5$ Па, $V_2 = 20$ л, молярные теплоёмкости при постоянном объёме $C_{\mu V} = 21$ Дж/(моль \cdot К) и постоянном давлении $C_{\mu p} = 29$ Дж/(моль \cdot К). Вычислить КПД цикла.



Вариант №23

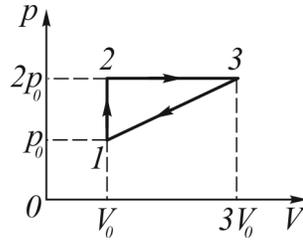
наверх

1. Точка движется по окружности радиуса $R = 2$ м по закону $\varphi = 2 + 2t - t^2$. Определить путь l , пройденный точкой до остановки.
2. Под каким углом α к горизонту было брошено тело, если в первую секунду движения скорость уменьшилась в 2 раза и в последующую секунду движения она ещё уменьшилась в 2 раза?
3. Брусок лежит на доске. Если поднимать один конец доски, то при угле наклона $\alpha = 30^\circ$ брусок начинает двигаться. За какое время он соскользнет с доски длиной $l = 1$ м, если она образует с горизонтом угол $\beta = 45^\circ$?
4. Два груза подвешены на нитях длиной $l = 2$ м так, что грузы соприкасаются между собой. Большой груз массой $m_2 = 20$ кг отклонили на угол $\alpha = 40^\circ$ и отпустили. После абсолютно неупругого удара грузы поднялись на высоту $h = 17$ см. Определить массу груза m_1 .



5. Система состоит из горизонтальной оси (масса $m_1 = 35$ кг, диаметр $d = 4$ см) и диска, насаженного на эту ось (радиус $R = 6$ см, масса $m_2 = 70$ кг). На диск намотан шнур, к которому привязан груз массой $M = 2$ кг. Опускаясь равноускоренно, груз прошёл путь $\Delta h = 0,8$ м. Определить время движения груза. Трение считать пренебрежимо малым. Ускорение свободного падения $g = 9.815$ м/с².
6. Под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту произведён выстрел. Масса пули $m = 10^{-2}$ кг, её скорость $v_0 = 10^3$ м/с. Найти среднюю мощность силы тяжести в процессе подъёма пули до верхней точки траектории. Сопротивление воздуха не учитывать.
7. Математический маятник укреплен на тележке. Его период колебаний $T = 1$ с. Тележка скатывается (без трения) с наклонной плоскости, образующей угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом. Найти период колебаний маятника во время скатывания тележки.
8. Баллон с предохранительным клапаном содержит водород при температуре $t_1 = 15^\circ\text{C}$ и давлении $p = 10^5$ Па. При нагревании баллона до температуры $t_2 = 37^\circ\text{C}$ через клапан выходит водород массой $m = 6$ кг, вследствие чего давление не изменяется. Определить объем баллона.
9. При изобарном нагреве 2 моль азота температура T увеличивается в 5 раз. Найти приращение энтропии ΔS .

10. Известно, что КПД η_1 цикла 1-2-3-1 (см. рис.) и КПД η_2 цикла 3-2-4-2 связаны соотношением: $\eta_2 = 0,75\eta_1$. Найти, во сколько раз давление в изобарическом процессе 2-4 превышает давление в изобарическом процессе 3-1. Рабочее тело – идеальный одноатомный газ.



Вариант №24

наверх

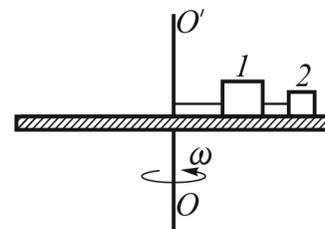
1. Движение материальной точки задано системой уравнений

$$x = \begin{cases} A_1 t^2 + B_1 t + C_1, & t \geq 2c \\ A_2 t^2 + B_2 t + C_2, & t < 2c \end{cases};$$

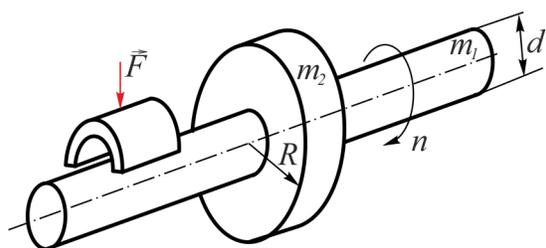
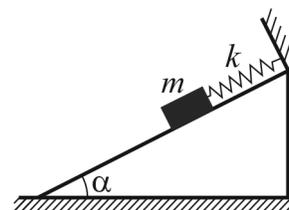
где $A_1 = 0,5 \text{ м/с}^2$, $B_1 = -4 \text{ м/с}$, $C_1 = 4 \text{ м}$, $A_2 = -1 \text{ м/с}^2$, $B_2 = 2 \text{ м/с}$, $C_2 = -2 \text{ м/с}$.
Определить среднюю путевую скорость в интервале от $t_1 = 0 \text{ с}$ до $t_2 = 4 \text{ с}$.

2. Два одинаковых тела бросили вертикально с балкона. Первое – с начальной скоростью v_0 , направленной вниз, второе – с такой же по модулю скоростью вверх. Времена падения тел $t_1 = 1 \text{ с}$ и $t_2 = 3 \text{ с}$. Определить скорость v_0 . Сопротивлением воздуха пренебречь, ускорение свободного падения $g = 9,815 \text{ м/с}^2$.

3. Горизонтальный диск вращают с угловой скоростью $\omega = 20 \text{ рад/с}$ вокруг вертикальной оси OO' (см. рис.). На поверхности диска в гладкой радиальной канавке находятся грузы 1 и 2 массами $m_1 = 0,2 \text{ кг}$ и $m_2 = 0,1 \text{ кг}$, радиусы их вращения $R_1 = 0,1 \text{ м}$, $R_2 = 0,2 \text{ м}$. Найти силы натяжения нитей.



4. На наклонной плоскости лежит брусок, соединённый пружиной с неподвижной опорой (см. рис.). Из положения, когда пружина недеформирована, брусок без начальной скорости отпускают, и он начинает скользить вниз. Определить максимальное растяжение пружины. Масса бруска $m = 0,5 \text{ кг}$, жёсткость пружины $k = 120 \text{ Н/м}$, угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 45^\circ$, коэффициент трения бруска о плоскость $\mu = 0,5$.



5. На вал массой $m_1 = 100 \text{ кг}$ и диаметром $d = 15 \text{ см}$ плотно надето и жёстко закреплено кольцо с внешним радиусом $R = 24 \text{ см}$ и массой $m_2 = 200 \text{ кг}$. Система вращалась с частотой $n = 4 \text{ об/с}$. К цилиндрической поверхности вала прижали тормозную колодку, под действием которой вал остановился через $t = 4 \text{ мин}$. Опре-

делить величину силы F , с которой прижали тормозную колодку, если коэффициент трения $\mu = 0,27$.

6. На невесомом резиновом шнуре длиной $l = 1 \text{ м}$ закреплено тело массой $m = 0,5 \text{ кг}$. Тело отвели в горизонтальное положение не деформируя шнур. На сколько растянется шнур, когда тело будет проходить нижнюю точку траектории? Жёсткость шнура $k = 50 \text{ Н/м}$.

7. Груз массой $m = 10$ г подвешен на пружине жёсткостью $k = 1$ Н/м. Определить амплитудные значения смещения, скорости, а также период колебаний, если полная энергия колебаний $W = 0,1$ Дж.
8. В сосуде объёмом $V = 40$ л под давлением $p = 0,6$ МПа находится $N = 10^{25}$ атомов гелия. Определить их среднюю квадратичную скорость $\langle v_{\text{кв}} \rangle$.
9. Двухкомпонентная газовая смесь состоит из $\nu_1 = 6$ кмоль водяного пара и $\nu_2 = 0,5$ кмоль ксенона. Найти её удельную теплоёмкость при постоянном давлении c_p .
10. Идеальная тепловая машина, работающая по обратному циклу Карно, отнимает от охлаждаемого тела с температурой $t_1 = -10^\circ\text{C}$ количество теплоты $Q = 28$ кДж и передаёт телу с температурой $t_2 = 17^\circ\text{C}$. Определить КПД цикла, количество теплоты, переданное нагретому телу за цикл, и холодильный коэффициент машины ε .

