

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ № 2

ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ

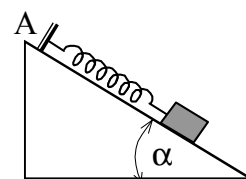
Вариант № 1

1. На железнодорожной платформе установлено орудие. Масса платформы с орудием $M = 15$ т. Орудие стреляет вверх под углом $\varphi = 60^\circ$ к горизонту в направлении пути. С какой скоростью v_1 покатится платформа вследствие отдачи, если масса снаряда $m = 20$ кг и он вылетает со скоростью $v_2 = 600$ м/с? [0,4 м/с]
2. Лодка массой 150 кг и длиной 2,8 м стоит неподвижно в стоячей воде. Рыбак массой 90 кг в лодке переходит с носа на корму. Пренебрегая сопротивлением воды, определите, на какое расстояние при этом сдвинется лодка. [1,05 м]
3. В баллистический маятник массой 5 кг попала пуля массой 10 г и застряла в нем. Найдите скорость пули, если маятник, отклонившись после удара, поднялся на высоту 10 см. [701 м/с]
4. Шар массой 2 кг, движущийся со скоростью 10 м/с, сталкивается с неподвижным шаром массой 800 г. Удар прямой, центральный, абсолютно упругий. Определите скорости шаров после столкновения. [4,3 м/с; 14,3 м/с]
5. Маленький шарик, брошенный с начальной скоростью $v_0 = 10$ м/с под углом 30° к горизонту, ударяется о вертикальную стенку, движущуюся ему навстречу с горизонтально направленной скоростью $v = 2$ м/с, и отскакивает в точку, из которой был брошен. Определите, через какое время t после броска произошло столкновение шарика со стенкой. [0,59 с]

Вариант № 2

1. В лодке массой $m_1 = 240$ кг стоит человек массой $m_2 = 60$ кг. Лодка плывет со скоростью $v_1 = 2$ м/с. Человек прыгает с лодки в горизонтальном направлении со скоростью $v = 4$ м/с (относительно лодки). Найти скорость u движения лодки после прыжка человека, если человек прыгает вперед по движению лодки. [3 м/с]
2. Два груза массой 10 кг и 15 кг подвешены на нитях длиной 2 м так, что грузы соприкасаются между собой. Меньший груз был отклонен на угол 60° и отпущен. Определите высоту, на которую поднимутся оба груза после удара. Удар грузов считать неупругим. [16 см]
3. Тело массой 3 кг движется со скоростью 4 м/с и ударяется о неподвижное тело такой же массы. Считая удар центральным и неупругим, найдите количество тепла, выделившееся при ударе. [12 Дж]
4. Снаряд массой 5 кг, вылетевший из орудия, в верхней точке траектории имеет скорость 300 м/с. В этой точке он разорвался на два осколка, причем большой осколок массой 3 кг полетел в обратном направлении со скоростью 100 м/с. Определите скорость меньшего осколка. [900 м/с]

5. На наклонной плоскости с углом α находится кубик. К кубику прикреплена невесомая пружина, другой конец которой закреплен в точке А. Кубик находится в положении, в котором пружина не деформирована. Кубик отпускают без начальной скорости. Определите максимальную скорость кубика в процессе движения. Масса кубика $m = 1$ кг, жесткость пружины $k = 10$ кН/м, коэффициент трения $\mu = 0,1$ ($\mu < \operatorname{tg}\alpha$), $g = 10$ м/с², $\alpha = 30^\circ$. Ответ представьте в единицах СИ и округлите до сотых. [0,04 м/с]



Вариант № 3

1. В лодке массой $m_1=240$ кг стоит человек массой $m_2=60$ кг. Лодка плывет со скоростью $v_1=2$ м/с. Человек прыгает с лодки в горизонтальном направлении со скоростью $v = 4$ м/с (относительно лодки). Найти скорость u движения лодки после прыжка человека, если человек прыгает в сторону, противоположную движению лодки. [3 м/с]
2. Два неупругих шара массой 2 кг и 3 кг движутся со скоростями, соответственно, 8 м/с и 4 м/с. Определите увеличение внутренней энергии шаров при их столкновении в двух случаях: а) меньший шар нагоняет больший; б) шары движутся навстречу друг другу. [9,6 Дж; 86,4 Дж]
3. Тело скользит сначала по наклонной плоскости, составляющей угол 8° с горизонтом, а затем по горизонтальной поверхности. Найдите, чему равен коэффициент трения, если известно, что тело проходит по горизонтали такое же расстояние, как и по наклонной плоскости. [0,07]
4. Пренебрегая трением, определите наименьшую высоту, с которой должна скатываться тележка с человеком по желобу, переходящему в петлю радиусом 6 м, и не оторваться от него в верхней точке петли. [15 м]
5. На горизонтальной плоскости лежат два бруска, соединенные ненапряженной пружиной. Массы брусков 1 кг и 2 кг. Какую наименьшую постоянную силу, направленную горизонтально, нужно приложить к бруску меньшей массы, чтобы сдвинуть брусок большей массы? Коэффициент трения брусков о плоскость равен 0,1. [2 Н]

Вариант № 4

1. На какое расстояние переместится относительно берега лодка длиной 3,5 м и массой 200 кг, если стоящий на корме человек массой 80 кг переместится на нос лодки? Считать лодку, расположенной перпендикулярно берегу. [1 м]
2. Материальная точка массой 2 кг движется под действием некоторой силы, направленной вдоль оси Ox , согласно уравнению $x = A + Bt +$

+ $Ct^2 + Dt^3$, где $B = -2$ м/с, $C = 1$ м/с², $D = -0,2$ м/с³. Найдите мощность, развиваемую силой в моменты времени $t_1 = 2$ с, $t_2 = 5$ с.

[0,32 Вт; 56 Вт]

3. Два шара массой 200 г и 400 г подвешены на нитях длиной 67,5 см. Первоначально шары соприкасаются между собой, затем первый шар отклонили от положения равновесия на угол 60° и отпустили. Считая удар упругим, определите, на какую высоту поднимется второй шар после удара. [15 см]
4. Вычислить работу A , совершаемую при равноускоренном подъеме груза массой $m = 100$ кг на высоту $h = 4$ м за время $t = 2$ с. [4,72 кДж]
5. Космический корабль движется к Луне под влиянием ее притяжения. На большом расстоянии от Луны скорость корабля относительно нее была нулевой. На какой высоте от поверхности Луны должен быть включен тормозной двигатель для осуществления мягкой посадки, если считать, что двигатель создает пятикратную перегрузку ($5g$)? Ускорение свободного падения на поверхности Луны ($g_{\text{л}}$) в 6 раз меньше, чем на Земле. Радиус Луны 1700 км. Изменением массы корабля при торможении пренебречь. Считать ускорение свободного падения на поверхности Луны постоянным. [56,7 км]

Вариант № 5

1. На полу стоит тележка в виде длинной доски, снабженной легкими колесами. На одном конце доски стоит человек. Масса человека $M = 60$ кг, масса доски $m = 20$ кг. С какой скоростью u (относительно пола) будет двигаться тележка, если человек пойдет вдоль доски со скоростью (относительно доски) $v = 1$ м/с? Массой колес пренебречь. Трение во втулках не учитывать. [$-0,75$ м/с]
2. Камешек скользит с высшей точки купола, имеющего форму полусферы. Какую дугу опишет камешек, прежде чем оторваться от поверхности купола? Трением пренебречь. [$\varphi = \arccos \frac{2}{3} = 0,268\pi$ рад]
3. Тело массой 2 кг движется навстречу второму телу, масса которого 1,5 кг, и неупруго сталкивается с ним. Скорости тел непосредственно перед столкновением были равны, соответственно, 5 м/с и 2 м/с. Сколько времени будут двигаться эти тела после столкновения, если коэффициент трения равен 0,05? [4 с]
4. Два шара массой 3 кг и 2 кг подвешены на нитях длиной 1 м. Первоначально шары соприкасаются между собой, затем бóльший шар отклонили от положения равновесия на угол 60° и отпустили. Считая удар неупругим, определите скорость шаров после удара. [3,4 м/с]
5. Под каким углом к горизонту надо направить струю воды из брандспойта, чтобы она падала на расстоянии $l = 10$ м от него? Плотность воды $\rho = 10^3$ кг/м³, площадь отверстия $S = 3,54 \cdot 10^{-2}$ м², мощность насоса

$P = 100$ кВт, КПД насоса $\eta = 0,5$. Высоту отверстия над землей принять равной нулю. [15°]

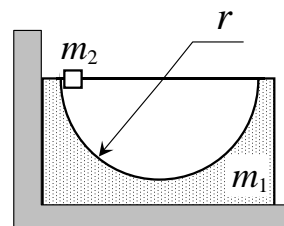
Вариант № 6

1. На железнодорожной платформе установлено орудие. Масса платформы с орудием $M=15$ т. Орудие стреляет вверх под углом $\varphi=60^\circ$ к горизонту в направлении пути. С какой скоростью v_1 покатится платформа вследствие отдачи, если масса снаряда $m = 20$ кг и он вылетает со скоростью $v_2=600$ м/с? [0,4 м/с]
2. Конькобежец, стоя на льду, бросил вперед гирию массой 5 кг и вследствие отдачи покатился назад со скоростью 1 м/с. Масса конькобежца 60 кг. Определите работу, совершённую конькобежцем при бросании гири. [390 Дж]
3. По наклонной плоскости высотой 0,5 м и длиной склона 1 м скользит тело массой 3 кг. Тело приходит к основанию наклонной плоскости со скоростью 2,45 м/с. Найдите: а) коэффициент трения тела о плоскость; б) количество тепла, выделенного при трении. Начальная скорость тела равна нулю. [0,22; 5,7 Дж]
4. Два шара массой 9 кг и 12 кг подвешены на нитях длиной 1,5 м. Первоначально шары соприкасаются между собой, затем меньший шар отклонили на угол 30° и отпустили. Считая удар неупругим, определите высоту, на которую поднимутся оба шара после удара. [0,037 м]
5. Пуля массы 10 г, летевшая с начальной скоростью 400 м/с, пробивает один подвешенный груз массы 10 г и застревает во втором подвешенном грузе той же массы. Пренебрегая временем взаимодействия пули с грузом и потерей энергии пули в пространстве между грузами, найдите количество теплоты, выделившееся в первом грузе, если во втором выделилось 100 Дж. [400 Дж]

Вариант № 7

1. Снаряд массой $m=10$ кг обладал скоростью $v=200$ м/с в верхней точке траектории. В этой точке он разорвался на две части. Меньшая массой $m_1=3$ кг получила скорость $u_1=400$ м/с в прежнем направлении. Найти скорость u_2 второй, большей части после разрыва. [114 м/с]
2. Камень брошен со скоростью 15 м/с под углом 60° к горизонту. Найдите кинетическую T , потенциальную U и полную E энергию камня: а) спустя 1 с после начала движения; б) в высшей точке траектории. Масса камня 0,2 кг. Соппротивлением воздуха пренебречь.
[а) $T_1 = 6,6$ Дж; $U_1 = 15,9$ Дж; $E_1 = 22,5$ Дж;
б) $T_2 = 5,7$ Дж; $U_2 = 16,8$ Дж; $E_2 = 22,5$ Дж]
3. Тело массой 3 кг движется со скоростью 2 м/с и ударяется о неподвижное тело такой же массы. Считая удар центральным и неупругим, определите количество теплоты, выделившееся при ударе. [3 Дж]

4. Лодка длиной 3 м и массой 120 кг стоит на спокойной воде. На носу и на корме находятся два рыбака массой 60 кг и 90 кг. На какое расстояние сдвинется лодка относительно воды, если рыбаки поменяются местами? Скорость рыбаков относительно лодки одинакова. [0,33 м]
5. На гладкой горизонтальной поверхности около стенки покоится симметричный брусок массой 0,2 кг с углублением полусферической формы радиуса 0,2 м. Из начального положения без трения соскальзывает маленькая шайба массой 0,2 кг. Найдите максимальную скорость бруска при его последующем движении. [2 м/с]



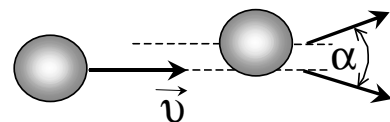
Вариант № 8

1. Снаряд массой $m=10$ кг обладал скоростью $v = 200$ м/с в верхней точке траектории. В этой точке он разорвался на две части. Меньшая массой $m_1=3$ кг полетела вперед со скоростью $u_1=400$ м/с под углом $\alpha_1 = 60^\circ$ к горизонту. Найти, с какой скоростью u_2 и под каким углом α_2 к горизонту полетела вторая большая часть снаряда. [250 м/с; $-36,6^\circ$]
2. Камень брошен вверх под углом 60° к плоскости горизонта. Кинетическая энергия камня в начальный момент времени равна 20 Дж. Определите кинетическую и потенциальную энергию камня в высшей точке его траектории. Сопротивлением воздуха пренебречь. [5 Дж; 15 Дж]
3. На железнодорожной платформе установлено орудие. Масса платформы с орудием 15 т. Орудие стреляет вверх под углом 60° к горизонту. С какой скоростью покатится платформа вследствие отдачи, если масса снаряда 20 кг, и он вылетает со скоростью 600 м/с? [0,4 м/с]
4. Пуля массой 12 г, летящая с горизонтальной скоростью 0,6 км/с, попадает в мешок с песком массой 10 кг, висящий на длинной нити, и застревает в нем. Определите: а) высоту, на которую поднимется мешок, отклонившись после удара; б) долю кинетической энергии, израсходованной на пробивание песка. [2,6 см; 99,9 %]
5. Маленький шарик, брошенный с начальной скоростью $v_0 = 10$ м/с под углом 30° к горизонту, ударяется о вертикальную стенку, движущуюся ему навстречу с горизонтально направленной скоростью $v = 2$ м/с, и отскакивает в точку, из которой был брошен. Определите, через какое время t после броска произошло столкновение шарика со стенкой. [0,59 с]

Вариант № 9

1. На полу стоит тележка в виде длинной доски, снабженной легкими колесами. На одном конце доски стоит человек. Масса человека $M = 60$ кг, масса доски $m=20$ кг. На какое расстояние передвинется тележка, если человек перейдет на другой конец доски со скоростью (относительно

- доски) $v = 1$ м/с? Массой колес пренебречь. Трение во втулках не учитывать. [1,5 м]
- Автомобиль массой 1000 кг движется под гору при выключенном моторе с постоянной скоростью 54 км/ч. Уклон горы равен 4 м на каждые 100 м пути. Какую мощность должен развивать двигатель этого автомобиля, чтобы автомобиль двигался с той же скоростью в гору с тем же уклоном? [11,8 кВт]
 - Определите КПД неупругого удара тела массой 0,5 т, падающего на сваю массой 120 кг. Полезной считать энергию, затраченную на вбивание сваи. [0,81]
 - Пуля массой 15 г, летящая горизонтально со скоростью 200 м/с, попадает в баллистический маятник длиной 1 м и массой 1,5 кг и застревает в нем. Определите угол отклонения маятника от вертикали. [53°]
 - Молекула испытала столкновение с другой, покоившейся молекулой той же массы. Показать, что угол между направлениями разлета молекул



- равен 90°, если соударение упругое
- отличен от 90°, если соударение неупругое.

Вариант № 10

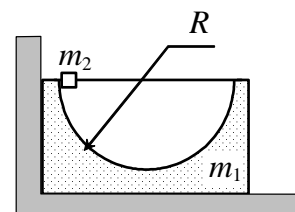
- На полу стоит тележка в виде длинной доски, снабженной легкими колесами. На одном конце доски стоит человек. Масса человека $M = 60$ кг, масса доски $m = 20$ кг. На какое расстояние переместится человек относительно пола, если человек перейдет на другой конец доски со скоростью (относительно доски) $v = 1$ м/с? Массой колес пренебречь. Трение во втулках не учитывать. [0,5 м]
- Шарик массой 1,8 кг сталкивается с шаром большей массы. В результате прямого упругого удара шар потерял 0,36 своей кинетической энергии. Определите массу большого шара. [16,2 кг]
- С какой скоростью двигался вагон массой 62 т, если при ударе о стенку каждый буфер сжимается на 10 см? Известно, что пружина каждого из буферов сжимается на 1 см под действием силы 980 Н. [0,178 м/с]
- С вершины идеально гладкой сферы радиусом 1,2 м соскальзывает небольшое тело. Определите высоту (от вершины сферы), с которой тело сорвется со сферы. [0,4 м]
- Ствол пушки направлен под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту. Когда колеса пушки закреплены, скорость снаряда, масса которого в $n = 50$ раз меньше массы пушки, равна $v_0 = 180$ м/с. Найти скорость u пушки сразу после

выстрела, если ее колеса освободить. Ответ представить в единицах СИ и

округлить до десятых. $[u = \frac{v_0}{\sqrt{n + (n/\cos \alpha)^2}} = 2,5 \text{ м/с}]$

Вариант № 11

- Шарик массой 100 г, движущийся со скоростью 1 м/с, упруго ударяется о плоскость. Определите изменение импульса шарика, если направление скорости составляет с плоскостью угол α , равный: а) 90° ; б) 30° .
[0,2 Н·с; 0,1 Н·с]
- Найдите начальную скорость скользящей по льду хоккейной шайбы, если она до удара прошла путь 5,0 м, а после удара, который можно считать абсолютно упругим, прошла еще некоторое расстояние и через 2,0 с остановилась. Коэффициент трения шайбы о лед равен 0,1. [3,7 м/с]
- Какая энергия пошла на деформацию двух столкнувшихся шаров с одинаковой массой, равной 4,0 кг, если они двигались навстречу друг другу со скоростями 3,0 м/с и 8,0 м/с, а удар был прямой и неупругий? [121 Дж]
- Подвешенный на нити шарик массой 200 г отклоняют на угол 45° . Определите силу натяжения нити в момент прохождения шариком положения равновесия. [3,17 Н]
- На гладкой горизонтальной поверхности около стенки покоится симметричный брусок массой $m_1 = 0,2$ кг с углублением полусферической формы радиуса $R = 0,2$ м (см. рисунок). Из начального положения без трения соскальзывает маленькая шайба массой $m_2 = 0,2$ кг. Найти максимальную скорость бруска v_{\max} при его последующем движении. Ответ представить в единицах СИ и округлить до целого.



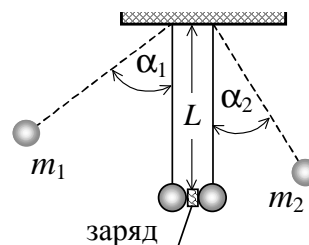
$$[v_{\max} = 2m_2\sqrt{2gR}/(m_1 + m_2) = 2 \text{ м/с}]$$

Вариант № 12

- Граната, летевшая со скоростью 10 м/с, разорвалась на два осколка. Бóльший осколок, масса которого составляет 60 % массы всей гранаты, продолжал двигаться в прежнем направлении, но с увеличенной скоростью, равной 25 м/с. Какова скорость меньшего осколка? [12,5 м/с]
- Два тела массой $m_1 = 2,0$ кг и $m_2 = 5,0$ кг, движущиеся свободно со скоростью $\vec{v}_1 = 10\vec{i}$ и $\vec{v}_2 = 3,0\vec{i} + 5,0\vec{j}$, испытывают неупругое соударение. Чему равны скорость $\vec{v}_{\text{ц.м}}$ центра масс системы и ее импульс \vec{p} до и после удара в лабораторной системе отсчета?

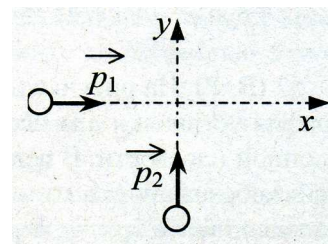
$$[\text{До и после удара } \vec{v}_{\text{ц.м.}} = 2,86\vec{i} + 5,7\vec{j}; \vec{p} = 20\vec{i} + 40\vec{j}]$$

3. Какая энергия пошла на деформацию двух столкнувшихся шаров с одинаковой массой, равной 2,0 кг, если они двигались навстречу друг другу со скоростью 5,0 м/с и 8,0 м/с, а удар был прямой, неупругий? [98 Дж]
4. Тело брошено под углом 45° к горизонту со скоростью 15 м/с. Используя закон сохранения энергии, определите скорость тела в высшей точке его траектории. [10,6 м/с]
5. Два шара с разными массами, подвешенные на вертикальных нитях одинаковой длины L , расталкиваются взрывом помещенного между ними заряда (см. рисунок). Определите отношение масс m_2/m_1 , если угол максимального отклонения первого шарика $\alpha_1 = 60^\circ$, а второго $\alpha_2 = 30^\circ$. Ответ округлить до сотых. [$m_2/m_1 = \sqrt{(1 - \cos \alpha_1)/(1 - \cos \alpha_2)} = 1,93$]



Вариант № 13

1. По гладкой горизонтальной плоскости по осям x и y движутся две шайбы с импульсами, равными по модулю $p_1 = 3$ кг·м/с и $p_2 = 6$ кг·м/с, как показано на рисунке. После соударения вторая шайба продолжает движение по оси y в прежнем направлении с импульсом, равным по модулю 2 кг·м/с. Каков модуль импульса первой шайбы после удара? [6,1 кг·м/с]
2. На рельсах стоит платформа, на которой закреплено орудие без противооткатного устройства так, что ствол его расположен в горизонтальном направлении. Из орудия производят выстрел вдоль железнодорожного пути. Масса снаряда 10 кг, его скорость 1 км/с. На какое расстояние откатится платформа после выстрела, если коэффициент сопротивления равен 0,002? Масса платформы $2 \cdot 10^4$ кг. [0,625 м]
3. Материальная точка массой 10 г движется по окружности радиусом 6,4 см с постоянным тангенциальным ускорением. Найдите величину тангенциального ускорения, если известно, что к концу второго оборота после начала движения кинетическая энергия материальной точки стала равной $8 \cdot 10^{-4}$ Дж? [0,1 м/с²]
4. Пуля массой 15 г, летящая с горизонтальной скоростью 0,5 км/с, попадает в баллистический маятник массой 6 кг и застревает в нем. Определите высоту, на которую поднимется маятник, откатнувшись после удара. [7,8 см]
5. Два одинаковых маленьких шарика, связанных нерастяжимой невесомой нитью длиной $l = 50$ см, лежат на гладкой горизонтальной поверхности. Одному из шариков сообщают скорость v_0 , направленную вертикально



вверх. Какой должна быть его начальная скорость v_0 для того, чтобы нить все время оставалась натянутой, а нижний шарик не отрывался от горизонтальной поверхности? Трением шарика о поверхность пренебечь. При исследовании условий отрыва нижнего шарика силу натяжения нити считать максимальной при вертикальном положении нити. Ответ представить в единицах СИ и округлить до десятых.

$$[\sqrt{2,5gl} < v_0 < \sqrt{3gl} ; 3,5 \text{ м/с} < v_0 < 3,8 \text{ м/с}]$$

Вариант № 14

1. Тележка, масса которой $M = 100$ кг, движется по инерции по горизонтальной плоскости со скоростью $v_1 = 5$ м/с. С тележки соскакивает человек массой $m = 80$ кг под углом $\alpha = 60^\circ$ к направлению её движения. Скорость тележки уменьшается при этом до $v_2 = 4,8$ м/с. Какова была скорость v прыжка? [45 м/с]
2. Теннисный мяч, падая с высоты h_0 , поднимается на высоту h_1 . На какую высоту он поднимется после n -го удара? Коэффициент восстановления считать постоянным. Примечание: коэффициент восстановления – отношение скорости после удара к скорости до удара: $k = v_1/v_0 = v_2/v_1 = v_n/v_{n-1}$. [$h_n = h_1^n / h_0^{n-1}$]
3. Шар массой 150 г, движущийся со скоростью 6 м/с, ударяется о стенку так, что угол между векторами скорости до и после удара равен 60° . Считая удар упругим, определите его продолжительность, если известно, что средняя сила удара 20 Н. [0,045 с]
4. Пуля массой 15 г, летящая горизонтально, попадает в баллистический маятник длиной 1 м и массой 1,5 кг и застревает в нем. Маятник в результате этого отклонился на угол 30° . Определите скорость пули. [164 м/с]
5. С какой наименьшей скоростью v_0 следует бросить с уровня Земли камень, чтобы он смог перелететь через вертикальную стену высотой $H = 20$ м и шириной $L = 10$ м? Сопротивлением воздуха пренебечь. Ответ представить в единицах СИ и округлить до десятых.

$$[v_0 = \sqrt{g(2H + L)} = 22,1 \text{ м/с}]$$

Вариант № 15

1. Снаряд массой 10 кг, имевший в верхней точке траектории скорость 400 м/с, разорвался на два осколка массой 7 кг и 3 кг. Большой осколок получил скорость 200 м/с в направлении вертикально вниз. Определите скорость меньшего осколка сразу после взрыва. [1,4 км/с]

2. Насос выбрасывает струю воды диаметром 2 см со скоростью 20 м/с. Найдите мощность, необходимую для выбрасывания воды. [1,26 кВт]
3. Камень массой 0,5 кг бросили с высоты 30 м с начальной скоростью 25 м/с. В момент падения на землю скорость камня составляла 30 м/с. Определите работу сил сопротивления воздуха при движении камня. [−81,25 Дж]
4. Найдите прогиб сетки при прыжке акробата с высоты 10 м на растянутую сетку. Когда акробат стоит неподвижно на сетке, ее прогиб составляет 5 см. [105 см]
5. Через блок, укрепленный на потолке комнаты, перекинута нить, на концах которой подвешены грузы с массами m_1 и m_2 . Массы блока и нити пренебрежимо малы. Найдите ускорение центра масс этой системы.

$$[a_c = g \frac{(m_2 - m_1)^2}{(m_2 + m_1)^2}]$$

Вариант № 16

1. Шар массой m , двигаясь со скоростью v , упруго ударился о стенку под углом α . Определите импульс силы, полученный стенкой. [$F\Delta t = 2mv \cdot \sin\alpha$]
2. Пуля массой m ударяется о баллистический маятник массой M и застревает в нем. Какая доля кинетической энергии перейдет в теплоту? [$\delta = M/(m + M)$]
3. Тело массой 1 кг, движущееся со скоростью v , налетает на покоящееся второе тело и после упругого удара отлетает от него со скоростью $(4/5)v$ под углом 90° к первоначальному направлению движения. Определите массу второго тела. [4,6 кг]
4. Три лодки, каждая массой $M = 250$ кг, идут друг за другом со скоростью $v = 5,0$ м/с. Из второй лодки одновременно в первую и третью бросают грузы массой по $m = 20$ кг со скоростью $u = 2,0$ м/с относительно средней лодки. Определите скорость лодок после переброски грузов.
 $[v_1 = [Mv + m(v + u)]/(m + M) = 5,1$ м/с; $v_2 = v = 5,0$ м/с;
 $v_3 = [Mv + m(v - u)]/(m + M) = 4,9$ м/с]
5. Кинетическая энергия частицы, движущейся по окружности радиусом R , зависит от пройденного пути s по закону $T = \alpha s^2$, где α – постоянная. Найдите модуль силы, действующей на частицу, в зависимости от s .

$$[F = 2\alpha s \sqrt{1 + (s/R)^2}]$$

Вариант № 17

1. Через блок, укрепленный на потолке комнаты, перекинута нить, на концах которой подвешены грузы массами m_1 и m_2 . Массы блока и нити

пренебрежимо малы, трения нет. Найдите ускорение центра масс этой системы. $[a_C = g \frac{(m_1 - m_2)^2}{(m_1 + m_2)^2}]$

2. Вычислить работу A , совершаемую на пути $s = 12$ м равномерно возрастающей силой, если в начале пути сила $F_1 = 10$ Н, в конце пути $F_2 = 46$ Н. [336 Дж]
3. Частица массой $m = 1,0$ г, двигавшаяся со скоростью $\vec{v}_1 = 3\vec{i} - 2\vec{j}$, испытала абсолютно неупругое столкновение с другой частицей, масса которой 2 г и скорость $\vec{v}_2 = 4\vec{j} - 6\vec{k}$. Найдите скорость образовавшейся частицы – вектор \vec{v} и его модуль v . [$\vec{v} = \vec{i} + 2\vec{j} - 4\vec{k}$; $v = 4,6$ м/с]
4. Орудие, имеющее массу ствола 500 кг, стреляет в горизонтальном направлении. Масса снаряда 5 кг, начальная скорость 460 м/с. После выстрела ствол откатывается на 40 см. Определите среднее значение силы сопротивления, возникающей в противооткатном устройстве. [13,2 кН]
5. Легкий шарик начинает свободно падать и, пролетев расстояние 1,25 м, сталкивается с тяжелой плитой, движущейся вверх со скоростью 2 м/с. На какую высоту подскочит шарик после удара? [4,05 м]
6. Потенциальная энергия частицы в некотором поле имеет вид $U = a/r^2 - b/r$, где a и b – положительные постоянные, r – расстояние от центра поля. Найдите значение r_0 , соответствующее равновесному положению частицы; выясните, устойчиво ли это положение. [$r_0 = 2a/b$; устойчиво]

Вариант № 18

1. При взрыве гранаты, летящей со скоростью 8 м/с, образовались два осколка. Осколок, масса которого составляет 0,3 массы гранаты, продолжает двигаться в том же направлении со скоростью 30 м/с. Определите скорость второго осколка. [1,4 м/с]
2. Найти работу A подъема груза по наклонной плоскости длиной $l = 2$ м, если масса m груза равна 100 кг, угол наклона $\varphi = 30^\circ$, коэффициент трения $f = 0,1$ и груз движется с ускорением $a = 1$ м/с². [1,35 кДж]
3. Два шара подвешены на тонких нитях, касаясь друг друга. Меньший шар отводится на 90° от первоначального положения и отпускается. После удара шары поднимаются на одинаковую высоту. Определите массу меньшего шара, если масса большого 0,6 кг, удар абсолютно упругий. [0,2 кг]
4. С края гладкой полусферы соскальзывает небольшое тело массой 1 кг и ударяет неупруго в тело массой 2 кг, лежащее на дне полусферы. Найдите угловую амплитуду качания тел после удара. [27°]
5. На нити длиной l подвешен шарик массой m . С какой наименьшей скоростью надо начать перемещать точку подвеса в горизонтальном направлении, чтобы шарик начал двигаться по окружности вокруг этой

точки? Каково при этом натяжение нити в момент, когда она будет проходить горизонтальное положение? [$v_{\min} = \sqrt{5gl}$; $T = 3mg$]

Вариант № 19

1. Груз массой 5 кг падает с некоторой высоты и достигает поверхности Земли за 2,5 с. Найдите работу, совершенную грузом. [1,5 кДж]
2. В ящик массой M , подвешенный на тонкой нити, попадает пуля массой m , летевшая с горизонтальной скоростью v , и застревает в нем. На какую высоту h поднимется ящик после попадания пули в результате отклонения нити от положения равновесия?

$$[h = \frac{m^2 v^2}{2g(m+M)^2}]$$

3. Тело массой 3 кг брошено вертикально вниз со скоростью 2 м/с. Вычислите работу сил сопротивления, совершённую в течение 10 с, если известно, что в конце этого промежутка тело имело скорость 50 м/с. [−4056 Дж]
4. К лежащему на горизонтальной поверхности бруску массой 12 кг прикреплена пружина жесткостью 300 Н/м. Коэффициент трения между бруском и поверхностью равен 0,4. К свободному концу пружины приложена сила под углом 30° к горизонту, под действием которой груз равномерно перемещается на расстояние 4 м. Определите совершённую работу. [159 Дж]
5. Какой минимальной скоростью должен обладать нейтрон, чтобы при столкновении с покоившимся ядром массой M увеличить его внутреннюю энергию на ΔE ? [$v_{\min} = \sqrt{2\Delta E/\mu}$, где $\mu = mM/m+M$]

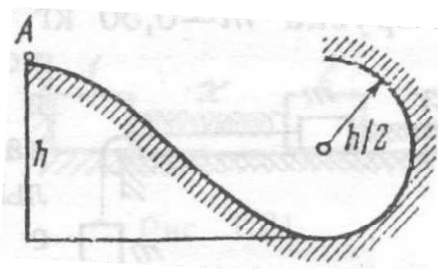
Вариант № 20

1. тело массой 990 г лежит на горизонтальной поверхности. В него попадает пуля массой 10 г и застревает в нем. Скорость пули 770 м/с и направлена горизонтально. Какой путь пройдет тело до остановки? Коэффициент трения между телом и поверхностью 0,05. [50 м]
2. Шар массой M висит на нити длиной ℓ . В шар попадает горизонтально летящая пуля массой m и застревает в нем. С какой минимальной скоростью v должна лететь пуля, чтобы в результате попадания пули шар мог сделать на нити полный оборот в вертикальной плоскости? [$v = \sqrt{5g\ell \cdot (m+M)/m}$]
3. Шарик для игры в настольный теннис радиусом 15 мм и массой 5 г погружен на глубину 30 см. Когда шарик отпустили, он выпрыгнул на высоту 10 см. Какое количество теплоты выделилось вследствие трения шарика о воду? [22 мДж]

- С башни высотой 25 м горизонтально брошен камень со скоростью 15 м/с. Найдите его кинетическую и потенциальную энергию спустя 1 с после начала движения. Масса камня 0,2 кг. [32,5 Дж; 40 Дж]
- Частица массой m_1 испытала упругое столкновение с покоившейся частицей массой m_2 , причем $m_1 > m_2$. Найдите максимальный угол, на который может отклониться частица в результате соударения. [$\sin \theta_{\text{макс}} = m_2 / m_1$]

Вариант № 21

- На железнодорожной платформе установлено орудие. Масса платформы с орудием $M = 15$ т. Орудие стреляет вверх под углом $\varphi = 60^\circ$ к горизонту в направлении пути. С какой скоростью v_1 покатится платформа вследствие отдачи, если масса снаряда $m = 20$ кг и он вылетает со скоростью $v_2 = 600$ м/с? [0,4 м/с]
- Тело скользит по наклонной плоскости с углом наклона 30° , а затем по горизонтальной поверхности. Расстояние, пройденное телом по горизонтальной поверхности до остановки и по наклонной плоскости, одинаково. Определите коэффициент трения, считая его одинаковым на горизонтальной и наклонной поверхности. [0,27]
- На платформе установлена безоткатная пушка, из которой производится выстрел вдоль железнодорожного пути под углом 45° к горизонту. Определите начальную скорость снаряда, если известно, что после выстрела платформа откатилась на расстояние 3 м. Масса платформы с пушкой $2 \cdot 10^4$ кг, масса снаряда 10 кг. Коэффициент трения равен 0,002. [979 м/с]
- Человек, сидящий в лодке, бросает камень вдоль нее под углом 45° к горизонту. Масса камня 10 кг, масса человека и лодки 100 кг, начальная скорость камня относительно берега 10 м/с. Найдите расстояние между точкой падения камня и лодкой в момент, когда камень коснется воды. Считать, что во время полета камня лодка движется равномерно. [11 м]



- Небольшое тело А начинает скользить с высоты h по наклонному желобу, переходящему в полуокружность радиусом $h/2$. Пренебрегая трением, найдите скорость тела в наивысшей точке его траектории (после отрыва от желоба). [$v = 2\sqrt{gh/27}$]

Вариант № 22

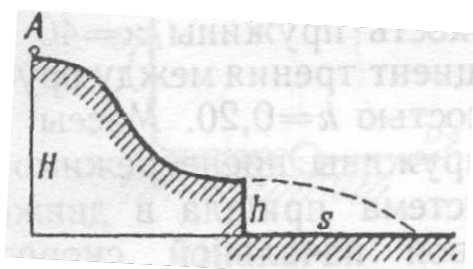
- В лодке массой $m_1 = 240$ кг стоит человек массой $m_2 = 60$ кг. Лодка плывет со скоростью $v_1 = 2$ м/с. Человек прыгает с лодки в горизонтальном направлении со скоростью $v = 4$ м/с (относительно лодки). Найти

скорость u движения лодки после прыжка человека, если человек прыгает вперед по движению лодки. [3 м/с]

2. Два шара M и $2M$ подвешены в одной точке на нитях длиной L . Шар массой M отклонили на угол α и отпустили, сообщив ему при этом касательную скорость v_0 , направленную к положению равновесия. На какую высоту h поднимутся шары после соударения, если удар абсолютно неупругий? [$h = \frac{1}{18}H$, где $H = 4L \sin^2 \frac{\alpha}{2} + \frac{v_0^2}{g}$]

3. С вершины сферы радиусом 0,6 м по ее поверхности скользит тело. На какой высоте от вершины тело оторвется от сферы и полетит вниз? Трением пренебречь. [1 м]

4. Работа, затраченная на толкание ядра, брошенного под углом 15° к горизонту, равна 800 Дж. Масса ядра 8 кг. На каком расстоянии от места бросания ядро упадет на землю? [10 м]



5. Небольшая шайба A соскальзывает без начальной скорости с вершины гладкой горки высотой H , имеющей горизонтальный трамплин. При какой высоте h трамплина шайба пролетит наибольшее расстояние s ? Чему оно

равно? [$h = H/2$; $s_{\text{макс}} = H$]

Вариант № 23

1. В лодке массой $m_1=240$ кг стоит человек массой $m_2 = 60$ кг. Лодка плывет со скоростью $v_1 = 2$ м/с. Человек прыгает с лодки в горизонтальном направлении со скоростью $v = 4$ м/с (относительно лодки). Найти скорость u движения лодки после прыжка человека, если человек прыгает вперед по движению лодки. [3 м/с]

2. Шарик массой m , движущийся горизонтально, ударяется о поверхность призмы массой M так, что отскакивает вертикально вверх на высоту h . Считая удар абсолютно упругим, определите скорость, полученную призмой в результате удара. Трением призмы при движении пренебречь. [$v = \sqrt{2gh(M + m)/M}$]

3. Мальчик, стреляя из рогатки, растянул ее так, что длина резиновых шнуров стала на 0,1 м больше. Какая работа совершается и с какой скоростью при этом полетел камень массой 0,02 кг? Коэффициент упругости резинового шнура 1000 Н/м. Сопротивлением воздуха при движении камня пренебречь. [10 Дж; 32 м/с]

4. Известно, что в некоторой точке траектории тела, брошенного с земли под углом 45° к горизонту, кинетическая энергия тела равна его потенциальной энергии, отсчитываемой от той же поверхности. Какой угол составляет с горизонтом скорость тела в этой точке? Сопротивлением воздуха пренебречь. [0°]

5. Шарик массой m бросили под углом α к горизонту с начальной скоростью v_0 . Найдите модуль момента импульса шарика относительно точки бросания в зависимости от времени движения. Вычислить M в вершине траектории, если $m = 130$ г, $\alpha = 45^\circ$ и $v_0 = 25$ м/с. Соппротивлением воздуха пренебречь. [$M = 1/2mght^2 \cos\alpha$; $M = (mv_0^3/2g)\sin^2\alpha \cos\alpha = 37$ кг·м²/с]

Вариант № 24

1. На какое расстояние переместится относительно берега лодка длиной 3,5 м и массой 200 кг, если стоящий на корме человек массой 80 кг переместится на нос лодки? Считать лодку, расположенной перпендикулярно берегу. [1 м]
2. Шар массой 150 г, движущийся со скоростью 6 м/с, ударяется о стенку так, что угол между векторами скорости до и после удара равен 60° . Считая удар упругим, определите его продолжительность, если известно, что средняя сила удара 20 Н. [0,045 с]
3. Под каким углом к горизонту было брошено с поверхности земли тело, если известно, что в верхней точке траектории кинетическая энергия тела равна его потенциальной энергии, отсчитываемой от той же поверхности? Соппротивлением воздуха пренебречь. [45°]
4. Тело массой 8 кг начинает с трением скользить с вершины наклонной плоскости высотой 4,9 м с углом наклона 60° . У основания наклонной плоскости стоит тележка с песком массой 90 кг. С какой скоростью начинает двигаться тележка, когда тело упадет на нее? Коэффициент трения между телом и плоскостью 0,1. [0,4 м/с]
5. Частица движется по замкнутой траектории в центральном силовом поле, где ее потенциальная энергия $U = kr^2$, k – положительная постоянная, r – расстояние частицы от центра поля O . Найдите массу частицы, если наименьшее расстояние ее до точки O равно r_1 , а скорость на наименьшем расстоянии от этой точки – v_2 [$m = 2kr_1^2/v_2^2$]

Вариант № 25

1. На железнодорожной платформе установлено орудие. Масса платформы с орудием $M=15$ т. Орудие стреляет вверх под углом $\varphi=60^\circ$ к горизонту в направлении пути. С какой скоростью v_1 покатится платформа вследствие отдачи, если масса снаряда $m = 20$ кг и он вылетает со скоростью $v_2=600$ м/с? [0,4 м/с]
2. Насос выбрасывает струю воды диаметром 2 см со скоростью 20 м/с. Найдите мощность, необходимую для выбрасывания воды. [2,5 кВт]
3. Работа, затраченная на толкание ядра, брошенного под углом 30° , равна 216 Дж. Через какое время и на каком расстоянии от места броска ядро упадет на землю? Масса ядра равна 2 кг. [1,5 с; 19,1 м]

4. Конькобежец массой 45 кг, находящийся в начале ледяной горки с углом наклона 10° , бросает в горизонтальном, противоположном от горки направлении камень массой 5 кг со скоростью 18 м/с. На какое расстояние вдоль горки поднимется конькобежец, если известно, что коэффициент трения лезвий коньков о лед равен 0,02? [1 м]
5. На массивный неподвижный блок радиусом R намотана легкая неподвижная нить, к свободному концу которой подвешено неподвижное тело массой m . В момент $t = 0$ систему предоставили самой себе, и она пришла в движение. Найдите ее момент импульса относительно оси блока в зависимости от t . [$M_z = Rmgt$]

