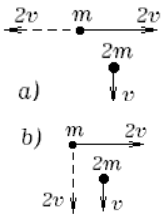
III. Законы сохранения в механике

22. Импульс



22.1 Две частицы массами m и $2m$ движутся во взаимно перпендикулярных направлениях со скоростями соответственно $2\vec{v}$ и $\vec{v}$. На частицы начинает действовать одинаковая сила. Определите величину и направление скорости частицы массой $2m$ в момент времени, когда скорость частицы массой m стала такой, как показано пунктиром на рис. *a*) и *b)*.

22.2 Две одноименно заряженные частицы одинаковой массы имели первоначально одинаковые по величине и направлению скорости. После того, как на некоторое время было создано однородное электростатическое поле, вектор скорости первой частицы повернулся на $\alpha_1 = 60^0$, а модуль его уменьшился вдвое. Вектор скорости второй частицы повернулся на $\alpha_2 = 90^0$. Во сколько раз изменился модуль скорости второй частицы? Взаимодействие частиц пренебрежимо мало.

22.3 Шарик массой m = 10 г падает на горизонтальную плоскость с высоты h_1 = 27 см. Найдите среднюю силу F удара в следующих случаях:

1) шарик из свинца (абсолютно неупругий удар);

2) шарик и плоскость из стали (абсолютно упругий удар);

3) шарик пластмассовый и после удара поднимается на высоту h_2 = 12 см.

Рассмотрите неупругий и абсолютно упругий удары шарика о гладкую плоскость, наклоненную под углом $\alpha = 30^0$ к горизонту. Считайте во всех случаях, что соударение шарика с плоскостью длится Δt = 0,03 с. Ускорение свободного падения $\vec{g}$ = 10 м/с^2.

22.4 Падающий вертикально шарик массой m = 200 г перед ударом о горизонтальный пол движется со скоростью $\vec{v}$ = 5 м/с и после удара подпрыгнул на высоту h = 46 см. Найдите приращение $\Delta\vec{p}$ импульса шарика в результате удара. Ускорение свободного падения $\vec{g}$ = 10 м/с^2.

22.5 Космический корабль с лобовым сечением S = 10 м^2 движущийся со скоростью v = 10 км/с, попадает в облако неподвижных микрометеоров. В объеме V = 1 м^3 пространства находится n = 2 микрометеора. Масса каждого микрометеора $m = 2\cdot10^{-5}$ кг. На сколько ΔF должна возрасти сила тяги, чтобы скорость корабля при прохождении через облако не изменилась? Удар микрометеоров об обшивку корабля неупругий.

22.6 Футболист бьет по мячу со средней силой $F = 5\cdot10^2$ Н. Мяч после удара улетает под углом $\alpha = 45^0$ к горизонту и приземляется на расстоянии l = 40 м от футболиста. Масса мяча m = 0,5 кг. Оцените продолжительность Δt удара по мячу. Ускорение свободного падения g = 10 м/с^2.

22.7 Два мальчика, массы которых m_1 = 45 кг и m_2 = 55 кг, стоят на коньках на льду. Один мальчик отталкивается от другого, действуя на него горизонтальной силой F = 50 Н в течение Δt = 1 с. Через какое время T после прекращения отталкивания расстояние между мальчиками увеличится на l = 10 м? Трение мало.

22.8 Мальчик стоит неподвижно на коньках на гладком льду рядом с санками. Масса мальчика m_1 = 40 кг, масса санок m_2 = 5 кг. Мальчик толкает санки и сообщает им скорость v_2 = 5 м/с относительно земли, а сам откатывается в противоположную сторону. Через какое время T расстояние между мальчиком и санками составит l = 25 м?

22.9 Лыжник начал спуск по плоскому склону, наклоненному к горизонту под углом $\alpha = 30^0$. Найдите величину v скорости лыжника через T = 6 с после начала движения. Коэффициент трения скольжения лыж по склону μ = 0,1. Ускорение свободного падения g = 10 м/с^2.

22.10 Тело массой M = 990 г лежит на горизонтальной поверхности. В него попадает пуля массы m = 10 г и застревает в нем. Скорость пули до попадания в тело v = 700 м/с и направлена горизонтально. Через какое время T движение тела прекратится? Какой путь s пройдет тело до остановки? Коэффициент трения скольжения тела по поверхности μ = 0,05, ускорение свободного падения g = 10 м/с^2. Считайте, что при торможении пули тело практически не перемещается относительно горизонтальной поверхности.

22.11 Две тележки массами m_1 и $m_2 = 3m_1$ соединены очень жесткой, короткой пружиной. Пружина сжата и связана ниткой. Нитку пережигают, пружина «распрямляется», и тележки разъезжаются в противоположные стороны по горизонтальной плоскости. Найдите: 1) отношение скоростей тележек v_1 и v_2 до момента освобождения от действия пружины; 2) отношение времен t_1 и t_2, в течение которых тележки движутся после освобождения от действия пружины; 3) отношение путей s_1 и s_2, пройденных тележками. Считайте силу трения пропорциональной весу тележек.

22.12 При формировании железнодорожного состава три сцепленных между собой вагона движутся со скоростью v_0 = 0,4 м/с, сталкиваются с неподвижным вагоном, после чего все четыре вагона продолжают двигаться в том же направлении с одинаковой скоростью v. Определите эту скорость, если массы всех вагонов одинаковы.

22.13 На сортировочном узле железнодорожной станции вагон 1, движущийся со скоростью v_1 = 1 м/с, сталкивается и сцепляется с вагоном 2, движущимся в том же направлении со скоростью v_2 = 0,5 м/с. Скорость вагонов сразу после столкновения v = 0,8 м/с. Определите отношение масс m_1/m_2 вагонов 1 и 2.

22.14 Снаряд массой m = 10 кг в верхней точке траектории двигался со скоростью v = 200 м/с. В этой точке он разорвался на две части. Часть массой m_1 = 3 кг получила скорость v_1 = 400 м/с в прежнем направлении. Найдите величину v_2 скорости второй части.

22.15 Летящее горизонтально со скоростью v ядро массой m = 10 кг в результате взрыва разлетается на два осколка, которые летят с одинаковой скоростью $2v$, но один в направлении движения ядра, а другой в противоположном направлении. Найдите массы m_1 и m_2 осколков.

22.16 Ядро, летевшее в горизонтальном направлении со скоростью v = 20 м/с, разорвалось на две осколка. Массы осколков m_1 = 10 кг и m_2 = 5 кг. Скорость второго осколка v_2 = 90 м/с и направлена так же, как и скорость ядра до разрыва. Определите проекцию v_{1x} скорости первого осколка на ось OX, положительное направление которой совпадает с направлением вектора $\vec{v}$.

22.17 Скорость снаряда в верхней точке траектории v = 200 м/с. В этой точке на высоте H = 125 м он разорвался на две части, сумма масс которых m = 1 кг. После взрыва часть массой m_1 = 0,3 кг движется в прежнем направлении со скоростью v_1 = 400 м/с. Найдите расстояние s между точками падения осколков. Ускорение свободного падения g = 10 м/с^2.

22.18 Снаряд, вылетевший из орудия, разрывается на два одинаковых осколка в верхней точке траектории на расстоянии s = 600 м от орудия (по горизонтали). Один из осколков летит в обратном направлении, возвращаясь к орудию по той же траектории, по которой летел снаряд до разрыва. На каком расстоянии l от орудия упадет второй осколок?

22.19 Космический корабль перед отделением последней ступени ракеты-носителя двигался со скоростью $\vec{v}$. После отбрасывания последней ступени его скорость стала равной $1{,}01\cdot\vec{v}$, при этом отделившаяся ступень удаляется относительно корабля со скоростью $0{,}04\cdot v$. Какова масса m отделившейся ступени, если масса корабля после отделения ступени равна M?

22.20 На платформе массой M, которая может двигаться по горизонтальной плоскости без трения, стоят n человек, каждый массой m. В каком случае платформе будет сообщена большая скорость: если каждый из них последовательно пробежит по платформе и со скоростью v' относительно платформы спрыгнет на землю, или в том случае, когда все люди одновременно пробегут по платформе и одновременно, достигнув той же скорости v' относительно платформы, спрыгнут с нее?

22.21 Три лодки одинаковой массы M идут в кильватер (друг за другом) с одинаковой скоростью $\vec{V}$. Из средней лодки одновременно в переднюю и заднюю бросают с одинаковыми по величине скоростями v' относительно лодки грузы массой m. Найдите скорости $\vec{V}_1$, $\vec{V}_2$ и $\vec{V}_3$ лодок после переброски грузов.

22.22 Две лодки идут параллельными курсами навстречу друг другу с одинаковыми по величине скоростями. Когда лодки встречаются, с одной лодки на другую перебрасывают мешок, а затем со второй лодки на первую перебрасывают такой же мешок. В другой раз мешки переки-

дывают из лодки в лодку одновременно. В каком случае скорость лодок после перебрасывания грузов будет больше?

22.23 Буер массой m_1 и длиной l находится на гладкой ледяной поверхности. В безветренную погоду человек массой m_2 переходит с кормы буера на нос. Найдите величину s перемещения человека относительно льда.

22.24 Человек массой $m = 60$ кг переходит с носа на корму лодки. На какое расстояние s переместится лодка длиной $l = 3$ м, если ее масса $M = 120$ кг?

22.25 Доска массой m_1 и длиной l плавает на поверхности воды. На одном конце доски сидит лягушка массой m_2. С какой наименьшей скоростью v_2 должна она прыгнуть, чтобы попасть на другой конец доски?

22.26 Плот массой m_1 движется со скоростью $\vec{v}_1$. На плот с берега прыгает человек массы m_2. Скорость человека перпендикулярна скорости плота и равна $\vec{v}_2$. Определите скорость $\vec{v}$ плота с человеком.

22.27 Клин с углом α при основании и массой m_1 покоится на гладкой горизонтальной плоскости стола. По наклонной поверхности клина начинает ползти вверх с постоянной относительно клина скоростью $\vec{v}_2'$ жук массой m_2. Определите величину v_1 скорости клина.

22.28 На железнодорожной платформе установлено орудие. Масса платформы с орудием $m_1 = 15$ т. С какой скоростью v_1 покатится платформа вследствие отдачи, если масса снаряда $m_2 = 20$ кг и он вылетает со скоростью $v_2 = 600$ м/с под углом $\varphi = 60^0$ к горизонту вдоль рельс?

22.29 Из пушки массой M, движущейся без трения по горизонтальной плоскости со скоростью $\vec{V}_0$, произведен выстрел в сторону движения так, что в системе отсчета, связанной с горизонтальной плоскостью, снаряд вылетел из ствола под углом α к горизонту. Масса снаряда m. Найдите величину v_1 скорости снаряда в системе отсчета, связанной с горизонтальной плоскостью, сразу после выстрела, если пушка после выстрела движется со скоростью V в противоположном (по отношению к $\vec{V}_0$) направлении.

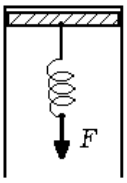
22.30 На горизонтальной плоскости расположено орудие массой M, откатывающееся при выстреле назад без трения. Из орудия производят выстрел снарядом массой m. Снаряд вылетел под углом α к горизонту. Под каким углом β к горизонту установлен ствол орудия ?

23. Работа

23.1 При вертикальном подъеме груза массой $m = 2$ кг на высоту $H = 1$ м приложенной к грузу постоянной силой совершена работа А = 19,6 Дж. Найдите величину a ускорения груза. Ускорение свободного падения $g = 9{,}8$ м/с^2.

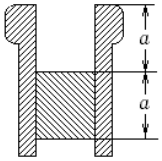
23.2 Тело свободно падает с нулевой начальной скоростью. Определите отношение A_1/A_2 работ силы тяжести за первую и вторую половины времени падения.

23.3 К корзине воздушного шара привязана веревочная лестница длины l, на конце которой стоит человек массы m. Вся система находится в воздухе в положении равновесия. Определите, какую минимальную работу должен совершить человек, чтобы подняться в корзину. Ускорение свободного падения g.



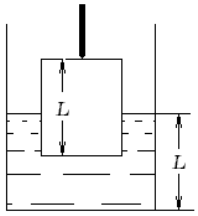
23.4 Поршень массой $m = 1$ кг и площадью $S = 10$ см^2 силой атмосферного давления $P = 10^5$ Па прижат к верхнему торцу вертикально закрепленного цилиндра. Поршень герметично прилегает к стенкам цилиндра и может скользить по ним без трения. Определите минимальную работу A, которую следует совершить, чтобы "оторвать" поршень от торца цилиндра, растягивая пружину, прикрепленную к поршню. Жесткость пружины $k = 0{,}9$ кН/м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.

23.5 Динамометр, рассчитанный на $F = 40$ Н, имеет пружину жесткостью $k = 0{,}5$ кН/м. Какую работу A следует совершить, чтобы растянуть пружину от середины шкалы до конца шкалы динамометра?



23.6 Легкая пробка длиной a находится на расстоянии a от края горлышка бутылки. Наименьшая сила, вызывающая перемещение пробки равна по величине F_0. Какую наименьшую работу A следует совершить, чтобы вытащить пробку из горлышка?

23.7 В цилиндрическом стакане с водой плавает брусок высоты L и сечения S. При помощи тонкой спицы брусок медленно перемещают на дно стакана. Какая работа A при этом была совершена силой давления спицы на брусок? Площадь поперечного сечения стакана $2S$, начальная высота воды в стакане L, плотность материала бруска $\rho = 0{,}5\ \rho_в$, где $\rho_в$ - плотность воды. Ускорение свободного падения g.



23.8 Какова минимальная работа A горизонтальной силы, приложенной к санкам для перетаскивания их волоком с асфальта на лед? Длина полозьев санок l, масса m, коэффициент трения скольжения санок по асфальту равен μ. Считайте, что в начале передняя часть санок находится на границе асфальт - лед. Ускорение свободного падения g.

23.9 Найдите минимальную работу A по подъему цепи с горизонтальной плоскости в вертикальное положение, в котором нижний конец цепи поднят на $H = 2$ м над горизонтальной плоскостью. Длина цепи $l = 2$ м, масса $m = 5$ кг. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.

23.10 На шероховатой горизонтальной поверхности лежит однородная доска длиной l и массой m. Коэффициент трения скольжения доски по поверхности μ. Какую минимальную работу A следует совершить, чтобы повернуть доску на $\alpha = 2\cdot\pi$ вокруг вертикальной оси, проходящей через середину доски? Поворот совершается горизонтальными силами. Ускорение свободного падения g.

24. Мощность

24.1 Трамвай массой $m = 10^4$ кг на горизонтальном прямолинейном участке длиной $s = 21$ м, двигаясь равноускоренно, увеличил скорость с $v_1 = 4$ м/с до $v_2 = 7$ м/с. Пренебрегая сопротивлением движению, найдите максимальное значение N мощности, развиваемой двигателями трамвая на этом участке.

24.2 Толкатель ядра сообщает ядру массой $m = 7{,}3$ кг такое постоянное ускорение, что скорость ядра за $T = 0{,}2$ с становится равной $v = 15$ м/с. Найдите среднюю мощность N, которую развивает спортсмен при толкании ядра.

24.3 Человек тянет сани массой m = 40 кг по горизонтальной дороге с помощью веревки, образующей угол $\alpha = 30^0$ с горизонтом. Скорость саней v = 3 м/с постоянна по величине и направлению. Коэффициент трения скольжения полозьев по дороге μ = 0,1. Какую мощность N развивает человек? Ускорение свободного падения g = 10 м/с^2.

24.4 Найдите среднюю мощность N силы давления пороховых газов при горизонтальном выстреле из гладкоствольного ружья, если известно, что пуля массой m вылетает из ствола со скоростью v_0, а длина канала ствола l. Давление пороховых газов считайте постоянным в течение времени движения пули в канале ствола.

25. Потенциальная энергия

25.1 Высота над Землей воздушного шара, удерживаемого веревкой, увеличилась на h. Как изменилась потенциальная энергия системы шар - воздух - Земля?

25.2 Пружина под действием силы F = 100 Н удлинилась на Δl_1 = 2 см. Какова потенциальная энергия Π пружины при растяжении на Δl_2 = 10 см?

25.3 К нижнему концу пружины, подвешенной вертикально, присоединена другая пружина, к концу которой прикреплен груз. Коэффициенты жесткости пружин равны соответственно k_1 и k_2. Пренебрегая массой пружин по сравнению с массой груза, найдите отношение потенциальных энергий пружин.

26. Теорема об изменении кинетической энергии

26.1 Небольшое тело движется равномерно по окружности радиусом R = 0,5 м. Кинетическая энергия тела K = 10 Дж. Найдите величину F силы, действующей на тело и мощность N этой силы.

26.2 В каком случае двигатель автомобиля должен совершить большую полезную работу: для разгона с места до скорости 27 км/ч или на увеличение скорости от 27 км/ч до 54 км/ч?

26.3 Работа, совершенная спортсменом при толкании ядра под углом $\alpha = 30^0$ к горизонту, равна $A = 216$ Дж. Через сколько времени T и на каком расстоянии L от места бросания ядро упадет на землю? Масса ядра $m = 2$ кг. Высотой точки старта и работой силы тяжести в процессе разгона пренебречь. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.

26.4 Камень массы $m = 5$ кг падает с нулевой начальной скоростью с некоторой высоты. Найдите кинетическую энергию K камня в середине пути, если продолжительность падения $T = 2$ с. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.

26.5 Какую работу A совершает человек, бросающий камень массой $m = 1$ кг горизонтально с крыши дома высотой $H = 10$ м, если камень падает на расстоянии $s = 30$ м от дома? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.

26.6 С какой скоростью v двигались аэросани, если после выключения двигателя они прошли до остановки путь $s = 250$ м? Коэффициент трения скольжения $\mu = 0{,}02$, ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.

26.7 Шофер выключил двигатель и резко затормозил при скорости автомобиля $v_0 = 20$ м/с. Найдите расстояние l, которое пройдет автомобиль до остановки (тормозной путь). Дорога горизонтальная, коэффициент трения скольжения $\mu = 0{,}5$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.

26.8 Автомобиль, масса которого $m = 2160$ кг, движется из состояния покоя с ускорением, которое в течение $T = 30$ с остается постоянным. За это время он проходит путь $s = 300$ м. Найдите величину F равнодействующей сил, приложенных к автомобилю.

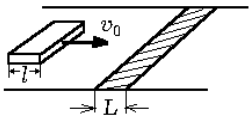
26.9 Пуля массой $m = 10$ г, летящая со скоростью $v_1 = 800$ м/с, пробивает закрепленную деревянную вертикальную мишень толщиной $d = 5$ см и вылетает с противоположной стороны со скоростью $v_2 = 100$ м/с. Определите среднюю силу F сопротивления при движении пули в теле мишени.

26.10 Пуля, летящая горизонтально со скоростью v, пробивает ряд вертикальных одинаковых досок. В какой по счету доске пуля застрянет, если ее скорость после прохождения первой доски $0{,}8\ v$? Силу сопротивления считайте постоянной.

26.11 Деревянная мишень толщиной d удаляется от стрелка со скоростью V. После выстрела пуля массой m летит со скоростью v_1, пробивает мишень и летит дальше со скоростью v_2. Найдите силу сопротивления F при движении пули в мишени. Силу сопротивления считайте постоянной. Скорость мишени постоянна.

26.12 С высоты H = 5 м бросают вертикально вниз камень массой m = 0,2 кг с начальной скоростью v_0 = 2 м/с. Он углубляется в грунт на s = 5 см. Найдите величину F силы сопротивления грунта считая ее постоянной. Ускорение свободного падения g = 10 м/с^2.

26.13 Однородный брусок, скользящий по гладкой горизонтальной поверхности, попадает на шероховатый участок поверхности ширины L, коэффициент трения скольжения на котором μ. При какой величине v_0 начальной скорости брусок преодолеет этот участок? Ускорение свободного падения g. Рассмотрите случаи: $l \geq L$, $l < L$.



26.14 Найдите мощность N водопада, если высота падения воды H = 18 м, средний расход воды V = 75 м^3/с. Плотность воды ρ = 10^3 кг/м^3. Ускорение свободного падения g = 10 м/с^2.

26.15 Найдите полезную мощность N турбины, создающей воздушный поток кругового поперечного сечения диаметром d = 18 м. Скорость потока v = 12 м/с. Плотность воздуха ρ = 1,3 кг/м^3.

27. Сохранение и изменение механической энергии

27.1 Прыгун берет высоту H = 2,32 м. Какова величина v вертикальной составляющей скорости в момент отрыва прыгуна от земли, если в этот момент его центр масс находится на высоте h = 90 см? В момент перелета через планку центр масс прыгуна находится непосредственно над планкой. Ускорение свободного падения g = 10 м/с^2.

27.2 Тело брошено вертикально вверх со скоростью v_0 = 49 м/с. На какой высоте h его кинетическая энергия будет равна потенциальной? Ускорение свободного падения g = 9,8 м/с^2. Потенциальную энергию в точке старта примите равной нулю.

27.3 Камень брошен вверх под углом $\alpha = 60^0$ к плоскости горизонта. Кинетическая энергия камня в начальный момент $K_0 = 20$ Дж. Определите кинетическую K и потенциальную $П$ энергии камня в высшей точке его траектории. Потенциальную энергию в точке старта считайте равной нулю.

27.4 Брусок скользит с нулевой начальной скоростью по гладкой наклонной плоскости длиной $l = 2$ м. Угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 30^0$. Найдите скорость v бруска в нижней точке плоскости. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.

27.5 С вершины гладкой наклонной плоскости высотой $H = 20$ см соскальзывает брусок. Определите скорость v бруска в конце плоскости. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2. Начальная скорость равна нулю.

27.6 Шайба с нулевой начальной скоростью скользит с высоты H по гладкой наклонной плоскости, образующей угол α с горизонтом. В конце наклонной плоскости она встречает гладкую горизонтальную плоскость. Найдите максимальную высоту h подъема шайбы после абсолютно упругого удара о горизонтальную плоскость.

27.7 На легкой нити длиной l подвешен шарик. На расстоянии h по вертикали ($h < l$), под точкой подвеса нити расположена гладкая горизонтальная плита. Шарик отводят в сторону так, что нить принимает горизонтальное положение и отпускают. На какую высоту H поднимется шарик после абсолютно упругого удара о плиту?

27.8 Санки массой $m = 10$ кг скатились с горы высотой $H = 5$ м и остановились у ее подножья. Какую минимальную работу A совершит мальчик, втаскивая санки на гору по линии скатывания? Мальчик прикладывает силу вдоль направления перемещения. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.

27.9 Для того, чтобы медленно затащить от подножия на гору санки массой $m = 5$ кг, прикладывая силу вдоль плоской поверхности горы, необходимо совершить работу $A = 300$ Дж. Высота горы $H = 4{,}5$ м. Какой скорости v достигнут санки у основания горы, съезжая с нее по линии втаскивания с нулевой начальной скоростью? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.

27.10 Санки массой m = 7 кг съезжают с горы высотой H = 5 м с нулевой начальной скоростью и достигают у основания горы скорости v = 6 м/с. Какую работу A необходимо совершить, чтобы медленно втащить санки на гору по линии скатывания, прикладывая силу вдоль плоской поверхности горы? Ускорение свободного падения g = 10 м/с^2.

27.11 Нить длиной L = 1 м имеет прочность на разрыв T_{max} = 26 Н и жесткость k = 2,5·10^3 Н/м. Один конец нити закреплен над полом на высоте большей L, а к другому прикреплен груз массой m = 0,05 кг. Груз подняли до точки подвеса и отпустили. Оборвется ли нить? Ответ подкрепите соответствующими вычислениями. Ускорение свободного падения g = 10 м/с^2.

27.12 Груз, висящий на легкой пружине жесткостью k = 400 Н/м, растягивает ее на ΔL = 0,03 м. Какую работу A следует совершить, чтобы, прикладывая к грузу вертикальную силу, медленно утроить удлинение пружины?

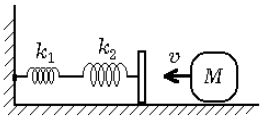
27.13 Груз, висящий на легкой пружине жесткостью k = 400 Н/м, растягивает ее на ΔL. Прикладывая к грузу вертикальную силу, медленно увеличивают удлинение пружины в n = 3 раза. При этом внешняя сила совершает работу A = 0,32 Дж. Найдите начальное удлинение ΔL пружины.

27.14 К бруску массой m = 1 кг, находящемуся на шероховатой горизонтальной поверхности, прикреплена легкая пружина жесткостью k = 20 Н/м. Пружину медленно растягивают в горизонтальном направлении. Определите работу A внешней силы, совершенную к моменту начала движения бруска. Коэффициент трения скольжения бруска по поверхности μ = 0,2. Ускорение свободного падения g = 10 м/с^2. Первоначально пружина не деформирована.

27.15 Брусок массой m = 2 кг, находящийся на шероховатой горизонтальной плоскости, сдвигают с места, медленно растягивая в горизонтальном направлении прикрепленную к бруску легкую пружину. Брусок приходит в движение в тот момент, когда удлинение пружины Δx = 0,03 м. Найдите жесткость k пружины и работу A, которую при этом совершает внешняя сила. Коэффициент трения скольжения бруска по поверхности μ = 0,3, ускорение свободного падения g = 10 м/с^2. В начальный момент пружина не деформирована.

27.16 Брусок массой m = 0,5 кг, находящийся на шероховатой горизонтальной плоскости, сдвигают с места, медленно растягивая в горизонтальном направлении прикрепленную к бруску легкую пружину. Брусок приходит в движение в тот момент, когда удлинение пружины Δx = 0,05 м. Жесткость пружины k = 10 Н/м. Определите коэффициент трения скольжения μ бруска по плоскости и работу A, совершенную внешней силой к моменту начала движения бруска. Ускорение свободного падения g = 10 м/с^2. Первоначально пружина не деформирована.

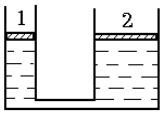
27.17 Тело массы M налетает на две последовательно соединенные легкие пружины, коэффициенты жесткости которых k_1 и k_2. Максимальная энергия деформации пружины 2 оказалась равной Π_2. Определите начальную скорость v тела. Трением пренебречь.



27.18 От груза, висящего на пружине жесткостью k, отрывается с нулевой начальной скоростью часть массой m. На какую максимальную высоту H поднимется после этого оставшаяся часть груза? Ускорение свободного падения g.

27.19 Груз массой m = 1 кг, подвешенный на пружине жесткостью k = 200 Н/м, находится на подставке. Пружина при этом не деформирована. Подставку быстро убирают. Определите максимальную скорость V груза. Ускорение свободного падения g = 10 м/с^2.

27.20 Два сообщающихся сосуда заполнены водой и закрыты легкими поршнями, площади которых S_1 = 100 см^2 и S_2 = 200 см^2. Система находится в равновесии. В этом положении на больший поршень помещают гирю массой m = 1 кг. Сколько тепла $|Q|$ выделится в системе при переходе в новое положение равновесия? Плотность воды $\rho = 10^3$ кг/м^3, ускорение свободного падения g = 10 м/с^2.



28. Совместное применение законов сохранения импульса и энергии

28.1 На гладкой горизонтальной плоскости расположены два бруска массами m_1 = 1 кг и m_2 = 2 кг, между которыми находится легкая сжатая пружина. Упругая энергия пружины Π = 3 Дж. Пружине дали

возможность "распрямиться". Найдите скорости v_1 и v_2 брусков после перехода пружины в недеформированное состояние.

28.2 Пружина жесткостью k зажата между двумя телами, связанными нитью и находящимися на гладкой горизонтальной поверхности. После того, как нить пережгли, тела до момента перехода пружины в недеформированное состояние прошли расстояния s_1 и s_2. Найдите в этот момент кинетические энергии K_1 и K_2 каждого из тел.

28.3 Два куска пластилина одинаковой массы летят навстречу друг другу со скоростями v_1 = 1 м/с и v_2 = 2 м/с. При столкновении они слипаются и выделяется Q = 0,18 Дж тепла. Найдите массу m каждого куска.

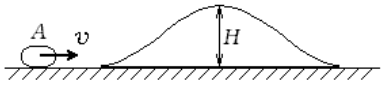
28.4 На тележку массой m_1, движущуюся горизонтально без трения со скоростью v, опускают сверху кирпич массой m_2. Через некоторое время тележка и кирпич движутся с одинаковой скоростью. Определите количество Q выделившегося тепла.

28.5 Два одинаковых небольших бруска находятся на горизонтальной поверхности на расстоянии l = 2 м друг от друга. Первому бруску сообщили скорость v = 6 м/с в направлении второго и бруски столкнулись. На каком расстоянии s от исходного положения первого бруска они остановятся? Удар неупругий, коэффициенты трения скольжения обоих брусков по плоскости равны μ = 0,1. Ускорение свободного падения g = 10 м/с^2.

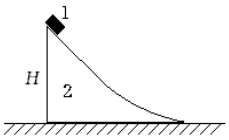
28.6 На горизонтальной плоскости вдоль одной прямой на расстоянии l = 4 м друг от друга расположено большое количество одинаковых брусков. Крайнему бруску сообщают скорость v = 10 м/с в направлении соседнего бруска. Сколько n брусков испытает соударения? Удары абсолютно упругие. Коэффициент трения скольжения каждого бруска по плоскости μ = 0,1. Ускорение свободного падения g = 10 м/с^2.

28.7 На расстоянии l от края стола лежит небольшой брусок. Коэффициент трения скольжения бруска по столу μ. На брусок со скоростью v ($v > \sqrt{2\mu g l}$) налетает точно такой же брусок и толкает его к краю стола. Найдите горизонтальное перемещение s бруска за время свободного падения. Высота стола H. Ускорение свободного падения g. Соударение брусков абсолютно упругое.

28.8 На пути тела A, скользящего по горизонтальному столу, находится незакрепленная “горка” высотой H = 6 см. Профиль “горки” изображен на рисунке. При какой минимальной скорости v тело преодолеет “горку”? Масса “горки” в пять раз больше массы тела. Считайте, что тело движется, не отрываясь от “горки”. Тело по “горке”, а также “горка” по столу скользят без трения. Ускорение свободного падения g = 10 м/с^2.

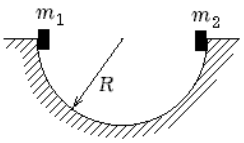


28.9 С клина, стоящего на горизонтальной плоскости, соскальзывает тело массы m_1. Угол наклона клина плавно меняется от некоторого максимального значения до нуля. При переходе на горизонтальную плоскость скорость тела относительно земли v_1. Определите высоту H, с которой соскальзывает тело, если известно, что масса клина m_2. Тело по клину и клин по горизонтальной плоскости скользят без трения. Считайте, что тело начинает движение по клину из состояния покоя. Ускорение свободного падения g.



28.10 Два шарика подвешены на параллельных нитях одинаковой длины так, что они соприкасаются. Масса первого шарика m_1 = 0,2 кг, масса второго m_2 = 0,1 кг. Первый шарик отклоняют так, что он поднимается на высоту h = 4,5 см и отпускают. На какие максимальные высоты h_1 и h_2 поднимутся шарики после соударения, если: 1) удар абсолютно упругий, 2) удар абсолютно неупругий?

28.11 Два небольших тела одновременно начинают соскальзывать по гладкой поверхности полусферы радиуса R. Происходит абсолютно неупругий удар. Найдите угловую амплитуду α колебаний тел, если отношение их масс m_1/m_2 = 2.



28.12 На гладкий шар массой m_2, лежащий на гладкой горизонтальной поверхности, налетает другой гладкий шар массой m_1 такого же радиуса, движущийся горизонтально. Между шарами происходит упругий центральный удар. Постройте график зависимости отношения переданной энергии K_2 к энергии K_0 налетающего шара от отношения масс $x = m_1/m_2$ шаров.

28.13 Шайба, движущаяся по горизонтальной плоскости, сталкивается абсолютно упруго с неподвижной шайбой вдвое большей массы. Величина скорости шайбы перед соударением v_0. Коэффициенты трения скольжения обеих шайб по плоскости одинаковы и равны μ. Удар центральный. Найдите расстояние *s* между шайбами после остановки. Ускорение свободного падения g.

28.14 Пуля, летящая горизонтально со скоростью v = 400 м/с, попадает в шар, подвешенный на прочной нити длиной l = 4 м, и застревает в нем. Определите максимальный угол α, на который отклонится нить, если масса пули m = 20 г, масса шара M = 5 кг. Ускорение свободного падения g = 10 м/с^2.

28.15 Маятник представляет собой легкий тонкий стержень длиной l = 1,6 м, на конце которого находится стальной шар массой M = 1 кг. В шар попадает летящий горизонтально со скоростью v = 50 м/с стальной шарик массой m = 20 г. Определите угол α максимального отклонения маятника, считая удар абсолютно упругим и центральным. Ускорение свободного падения g = 10 м/с^2.

28.16 Пуля, летящая горизонтально, попадает в шар, подвешенный на легком стержне, и застревает в нем. Масса пули m_1 = 5 г, масса шара m_2 = 0,5 кг. Скорость пули v_1 = 500 м/с. При какой наибольшей длине l стержня шар поднимется до верхней точки окружности? Ускорение свободного падения g = 10 м/с^2.

28.17 Снаряд массой m_1 попадает в стоящую на рельсах вагонетку с песком. Найдите наименьшую скорость v_1 снаряда, при которой он может вылететь через противоположную стенку вагонетки, если средняя сила трения его о песок F, масса вагонетки с песком m_2 Выстрел произведен в горизонтальном направлении вдоль рельсов, длина вагонетки l. Трение вагонетки по рельсам мало, стенки вагонетки настолько тонкие, что не оказывают сопротивления движению снаряда.

28.18 Гладкий неупругий шарик из свинца налетает на такой же шарик, первоначально покоившийся. После столкновения второй шарик летит под углом α к направлению скорости первого шарика до столкновения, а проекции скоростей шариков на направление линии их

центров одинаковы. Определите угол β, под которым разлетаются шарики после столкновения. Какая часть δK кинетической энергии налетающего шарика перейдет при столкновении в тепло?

28.19 При распаде неподвижного ядра образуются три осколка массами m_1, m_2 и m_3. Сумма кинетических энергий осколков равна K. Найдите величины v_i (i = 1, 2, 3) скоростей осколков, если направления скоростей составляют друг с другом углы 120^0.

28.20 Шар 1 испытал абсолютно упругое столкновение с покоившимся шаром 2. Найдите отношение m_1/m_2 масс шаров, если: а) столкновение центральное и шары разлетелись в противоположных направлениях с одинаковыми по величине скоростями; б) шары разлетелись симметрично по отношению к первоначальному направлению движения шара 1 и угол между их направлениями разлета $\alpha = 60^0$.

28.21 В покоящуюся на льду шайбу массой m_1 = 100 г упруго ударяется другая шайба массой m_2 = 50 г. После удара она отлетает перпендикулярно к первоначальному направлению движения. Под каким углом α к этому направлению будет двигаться после удара шайба, вначале покоившаяся?