

1. Снаряд массой 4 кг, летящий со скоростью 400 м/с, разбивается на две равные части, одна из которых летит в направлении движения снаряда, а другая — в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличилась на величину  $\Delta E = 0,5$  МДж. Определите скорость осколка, летящего по направлению движения снаряда.

2. Из пружинного пистолета выстрелили вертикально вниз в мишень, находящуюся на расстоянии 2 м от него. Совершив работу 0,12 Дж, пуля застряла в мишени. Какова масса пули, если пружина была сжата перед выстрелом на 2 см, а ее жесткость 100 Н/м?

Какие законы Вы используете для описания характера изменения энергии тела? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

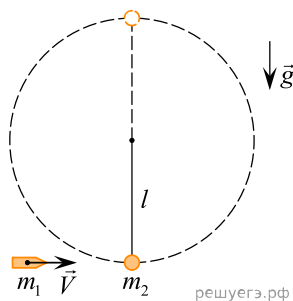
3. Кусок пластилина сталкивается со скользящим навстречу по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом направлены противоположно и равны  $v_{пл} = 15$  м/с и  $v_{бр} = 5$  м/с. Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом  $\mu = 0,17$ . На какое расстояние переместятся слипшиеся брусок с пластилином к моменту, когда их скорость уменьшится на 30%?

Какие законы Вы используете для описания взаимодействия пластилина и бруска и их дальнейшего движения? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

4. Пластилиновый шарик в момент  $t = 0$  бросают с горизонтальной поверхности Земли с начальной скоростью  $\vec{v}_0$  под углом  $\alpha$  к горизонту. Одновременно с некоторой высоты над поверхностью Земли начинает падать из состояния покоя другой такой же шарик. Шарик абсолютно неупруго сталкиваются в воздухе. Сразу после столкновения скорость шариков направлена горизонтально. В какой момент времени  $\tau$  шарик упадет на Землю? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Какие законы Вы использовали для описания движения тел и блоков? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

5. Пуля массой  $m_1 = 4$  г, летящая горизонтально со скоростью  $V = 125$  м/с, попадает в небольшой шарик массой  $m_2 = 100$  г, подвешенный на жестком невесомом стержне длиной  $l = 0,5$  м с шарниром наверху, и застревает в шарике (см. рис.). Найдите модуль центростремительного ускорения шарика в верхней точке окружности, по которой он двигался после попадания пули. Трения шарика о воздух нет.

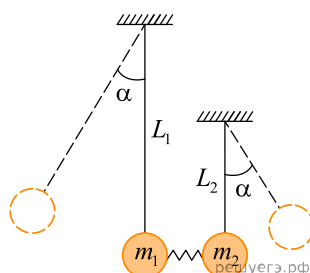


Какие законы Вы используете для описания взаимодействия и движения тел? Обоснуйте их применение к данному случаю.

6. Человек ростом  $h = 1,6$  м, стоя на земле, кидает мяч из-за головы и хочет перебросить его через забор высотой  $H = 4,8$  м, находящийся на расстоянии  $l = 6,4$  м от него. Определите модуль скорости, с которой необходимо бросить мяч, чтобы он перелетел через забор, коснувшись его в верхней точке своей траектории? Сопротивлением воздуха пренебречь.

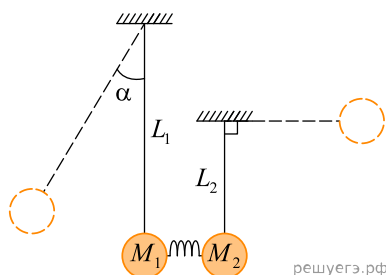
Какие законы Вы использовали для описания движения мяча? Обоснуйте их применение к данному случаю.

7. Между шариками массами  $m_1$  и  $m_2$  соответственно зажата пружина, которая стянута нитью. Нить пережигают и пружина растягивается, в результате шарик отклоняется на одинаковый угол  $\alpha$ . Найдите отношение длин нитей  $\frac{L_1}{L_2}$ . Сжатие пружины намного меньше длин нитей.



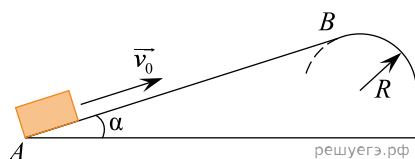
Какие законы Вы использовали для описания взаимодействия тел? Обоснуйте их применение к данному случаю.

8. Два шарика массами  $M_1$  и  $M_2$  подвешены на нитях длиной  $L_1 = 90$  см и  $L_2 = 20$  см соответственно. Их массы относятся  $M_1 = 1,5M_2$ . К ним прикреплена пружина перевязанная нитью, после обрезки нити шарик  $M_2$  отклонился на угол  $90^\circ$ . На какой угол отклонился первый шарик? (Рисунок немного другой.)



Какие законы Вы использовали для описания взаимодействия тел? Обоснуйте их применение к данному случаю.

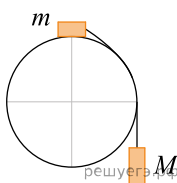
9. Небольшая шайба после удара скользит вверх по наклонной плоскости из точки  $A$  (см. рис.).



В точке  $B$  наклонная плоскость без излома переходит в наружную поверхность горизонтальной трубы радиусом  $R$ . Если в точке  $A$  скорость шайбы превосходит  $v_0 = 4$  м/с, то в точке  $B$  шайба отрывается от опоры. Длина наклонной плоскости  $AB = L = 1$  м, угол  $\alpha = 30^\circ$ . Коэффициент трения между наклонной плоскостью и шайбой  $\mu = 0,2$ . Найдите внешний радиус трубы  $R$ .

Какие законы Вы использовали для описания движения тела? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

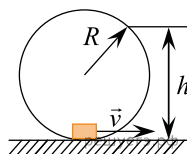
10. Система из грузов  $m$  и  $M$  и связывающей их легкой нерастяжимой нити в начальный момент покоится в вертикальной плоскости, проходящей через центр закрепленной сферы. Груз  $m$  находится в точке  $A$  на вершине сферы (см. рис.). В ходе возникшего движения груз  $m$  отрывается от поверхности сферы, пройдя по ней дугу  $30^\circ$ . Найдите массу  $m$ , если  $M = 100$  г. Размеры груза  $m$  ничтожно малы по сравнению с радиусом сферы. Трением пренебречь.



Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на грузы.

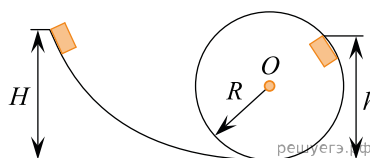
Какие законы Вы использовали для описания движения тел? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

11. Небольшая шайба массой 10 г скатывается по внутренней поверхности гладкого закрепленного кольца радиусом  $R = 0,16$  м и в нижней точке приобретает некоторую скорость  $v$  (см. рис.). На высоте  $h = 0,2$  м шайба отрывается от кольца и начинает свободно падать. Определите силу, с которой шайба давит на поверхность кольца в нижней точке траектории.



Какие законы Вы использовали для описания движения шайбы? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

12. Небольшой брусок массой  $m = 1$  кг начинает соскальзывать с высоты  $H$  по гладкой горке, переходящей в мертвую петлю (см. рис.). Определите высоту горки  $H$ , если на высоте  $h = 2,5$  м от нижней точки петли брусок давит на ее стенку с силой  $F = 5$  Н, радиус окружности  $R = 2$  м. Сделайте рисунок с указанием сил, поясняющий решение.

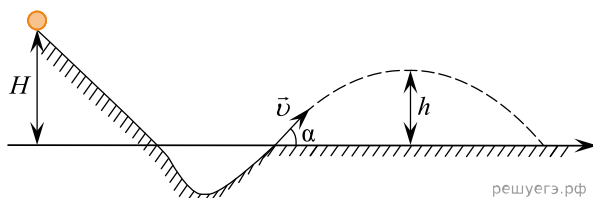


Какие законы Вы использовали для описания движения бруска? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

13. Снаряд массой 4 кг, летящий со скоростью 400 м/с в полете разбивается на две равные части, одна из которых продолжает движение по направлению движения снаряда, а другая — в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличивается за счет энергии взрыва на величину  $\Delta E = 0,5$  МДж. Найдите модуль скорости осколка, движущегося по направлению движения снаряда.

Какие законы Вы используете для описания взрыва снаряда? Обоснуйте их применение к данному случаю.

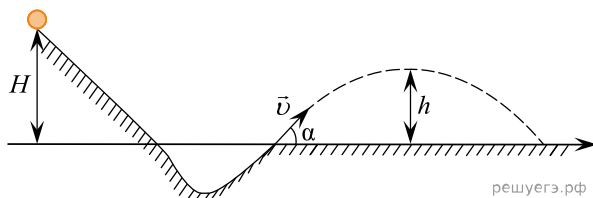
14. При выполнении трюка «Летающий велосипедист» гонщик движется по трамплину под действием силы тяжести, начиная движение из состояния покоя с высоты  $H$  (см. рис.).



На краю трамплина скорость гонщика направлена под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту. Пролетев по воздуху, гонщик приземляется на горизонтальный стол, находящийся на той же высоте, что и край трамплина. Какова высота полета  $h$  на этом трамплине? Сопротивлением воздуха и трением пренебречь.

Какие законы Вы используете для описания гонщика по трамплину? Обоснуйте их применение к данному случаю.

15. При выполнении трюка «Летающий велосипедист» гонщик движется по гладкому трамплину под действием силы тяжести, начиная движение из состояния покоя с высоты  $H$  (см. рис.). На краю трамплина скорость гонщика направлена под углом  $\alpha = 60^\circ$  к горизонту. Пролетев по воздуху, он приземляется на горизонтальный стол, находящийся на той же высоте, что и край трамплина. Какова дальность полета гонщика?



Какие законы Вы используете для описания гонщика по трамплину? Обоснуйте их применение к данному случаю.

16. Кусок пластилина сталкивается со скользящим навстречу по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом направлены взаимно противоположно и равны  $v_{пл} = 15$  м/с и  $v_{бр} = 5$  м/с. Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом  $\mu = 0,17$ . На какое расстояние переместятся слипшиеся брусок с пластилином к моменту, когда их скорость уменьшится в 2 раза?

Какие законы Вы используете для описания взаимодействия бруска и куска пластилина? Обоснуйте их применение к данному случаю.

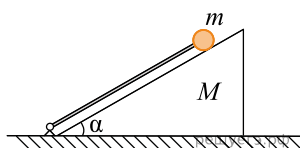
17. Кусок пластилина сталкивается со скользящим навстречу по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом направлены взаимно противоположно и равны  $v_{пл} = 15$  м/с и  $v_{бр} = 5$  м/с. Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. К моменту, когда скорость слипшихся бруска и пластилина уменьшилась в 2 раза, они переместились на 0,22 м. Определите коэффициент трения  $\mu$  бруска о поверхность стола.

Какие законы Вы используете для описания взаимодействия бруска и куска пластилина? Обоснуйте их применение к данному случаю.

18. Граната, летевшая с некоторой скоростью, разбивается на две части. Первый осколок летит под углом  $90^\circ$  к первоначальному направлению со скоростью  $40 \text{ м/с}$ , а второй — под углом  $30^\circ$  со скоростью  $20 \text{ м/с}$ . Чему равно отношение массы второго осколка к массе первого осколка.

Какие законы Вы используете для описания взрыва гранаты? Обоснуйте их применение к данному случаю.

19. На горизонтальной плоскости стоит клин массой  $M$  с углом при основании  $\alpha = 30^\circ$ . Вдоль наклонной плоскости клина расположена легкая штанга, нижний конец которой укреплен в шарнире, находящемся на горизонтальной плоскости, а к верхнему концу прикреплен маленький шарик массой  $m$ , касающийся клина (см. рис.). Систему освобождают, и она начинает движение, во время которого шарик сохраняет контакт с клином. На какой максимальный угол  $\beta$  штанга отклонится от горизонтали после того, как клин отъедет от нее? Трением пренебречь, удар шарика о горизонтальную плоскость считать абсолютно упругим. В ответе укажите синус искомого угла.



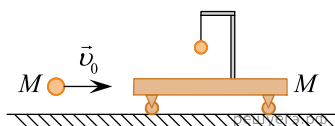
Какие законы Вы используете для описания движения шарика и клина? Обоснуйте их применение к данному случаю.

20. Маятник состоит из маленького груза массой  $M = 200 \text{ г}$  и очень легкой нити подвеса длиной  $L = 1,25 \text{ м}$ . Он висит в состоянии покоя в вертикальном положении. В груз ударяется небольшое тело массой  $m = 100 \text{ г}$ , летевшее в горизонтальном направлении со скоростью  $v = 10 \text{ м/с}$ . После удара тело останавливается и падает вертикально вниз. На какой максимальный угол  $\alpha$  маятник отклонится от положения равновесия после удара?

Какие законы Вы используете для описания взаимодействия тела и шарика? Обоснуйте их применение к данному случаю.

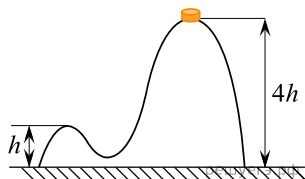
21. На тележке массой  $M = 400 \text{ г}$ , которая может кататься без трения по горизонтальной плоскости, имеется легкий кронштейн, на котором подвешен на нити маленький шарик массой  $m = 100 \text{ г}$ . На тележку по горизонтали налетает и абсолютно упруго сталкивается с ней шар массой  $M$ , летящий со скоростью  $V_0 = 2 \text{ м/с}$  (см. рис.). Чему будет равен модуль скорости тележки в тот момент, когда нить, на которой подвешен шарик, отклонится на максимальный угол от вертикали? Длительность столкновения шара с тележкой считать очень малой.

Какие законы Вы используете для описания взаимодействия тележки и шарика? Обоснуйте их применение к данному случаю.



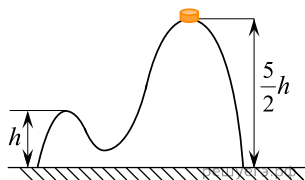
22. На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится горка с двумя вершинами, высоты которых  $h$  и  $4h$  (см. рисунок). На правой вершине горки находится шайба. Масса горки в 8 раз больше массы шайбы. От незначительного толчка шайба и горка приходят в движение, причем шайба движется влево, не отрываясь от гладкой поверхности горки, а поступательно движущаяся горка не отрываясь от стола. Найдите скорость шайбы на левой вершине горки.

Какие законы Вы используете для описания взаимодействия горки и тела? Обоснуйте их применение к данному случаю.



23. На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится горка с двумя вершинами, высоты которых  $h$  и  $\frac{5}{2}h$  (см. рисунок). На правой вершине горки находится шайба. От незначительного толчка шайба и горка приходят в движение, причем шайба движется влево, не отрываясь от гладкой поверхности горки, а постепенно движущаяся горка не отрывается от стола. Скорость шайбы на левой вершине горки оказалась равной  $v$ . Найдите отношение масс шайбы и горки.

Какие законы Вы используете для описания взаимодействия горки и тела? Обоснуйте их применение к данному случаю.



24. Горизонтальная поверхность разделена на две части: гладкую и шероховатую. На границе этих частей находится кубик массой  $m = 100$  г. Со стороны гладкой части на него по горизонтали налетает металлический шар массой  $M = 300$  г, движущийся со скоростью  $v_0 = 2$  м/с. Определите расстояние  $L$ , которое пройдет кубик до остановки после абсолютно упругого центрального соударения с шаром. Коэффициент трения кубика о поверхность  $\mu = 0,3$ .

Какие законы Вы используете для описания взаимодействия кубика и шарика? Обоснуйте их применение к данному случаю.

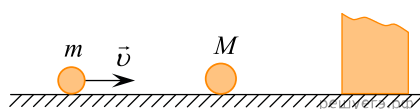
25. Горизонтальная поверхность разделена на две части: гладкую и шероховатую. На границе этих частей находится небольшой кубик. Со стороны гладкой части на него налетает по горизонтали шар массой  $M = 200$  г, движущийся со скоростью  $v_0 = 3$  м/с. Определите массу кубика  $m$ , если он остановился после абсолютно упругого центрального соударения с шаром на расстоянии  $L = 1$  м от места столкновения. Коэффициент трения кубика о поверхность  $\mu = 0,3$ .

Какие законы Вы используете для описания взаимодействия кубика и шарика? Обоснуйте их применение к данному случаю.

26. Шар, массой  $m_1$ , движущийся по горизонтальной плоскости со скоростью  $v_1$ , ударяется о другой шар, массой  $m_2$ , движущийся в том же направлении. Соударение неупругое. Сразу после удара скорость шаров равна  $v$ . Найдите величину энергии  $\Delta U$ , выделившуюся при соударении.

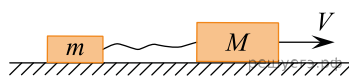
Какие законы Вы используете для описания неупругого столкновения шаров? Обоснуйте их применение к данному случаю.

27. По гладкой горизонтальной плоскости скользит шарик массой  $m = 2$  кг со скоростью  $v = 2$  м/с. Он испытывает лобовое абсолютно упругое столкновение с другим шариком массой  $M = 2,5$  кг, который до столкновения покоился (см. рис.). После этого второй шарик ударяется о массивный кусок пластилина, приклеенного к плоскости, и прилипает к нему. Найдите модуль импульса, который второй шарик передал куску пластилина.



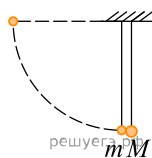
Какие законы Вы используете для описания упругого столкновения шаров и неупругого столкновения шара и массивного куска пластилина? Обоснуйте их применение к данному случаю.

28. В системе, изображенной на рисунке, масса левого груза, лежащего на гладкой горизонтальной плоскости, равна  $m = 2$  кг. Масса правого груза, скользящего по плоскости со скоростью  $V = 2$  м/с, равна  $M = 3$  кг. Грузы соединены неупругим невесомым ненапрянутым вначале шнуром, таким, что после его натяжения скорости грузов выравниваются. Какое количество теплоты  $Q$  выделится в системе в результате этого выравнивания скоростей грузов?



Какие законы Вы используете для описания взаимодействия? Обоснуйте их применение к данному случаю.

29. Два шарика, массы которых  $m = 0,1$  кг и  $M = 0,2$  кг, висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях одинаковой длины  $l$  (см. рис.). Левый шарик отклоняют на угол  $90^\circ$  и отпускают с начальной скоростью, равной нулю. В результате абсолютно неупругого удара шариков выделяется количество теплоты  $Q = 1$  Дж. Определите длину нитей  $l$ .



Какие законы Вы используете для описания неупругого столкновения шаров? Обоснуйте их применение к данному случаю.

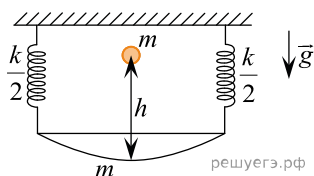
30. Брусок массой  $m_1 = 500$  г соскальзывает по наклонной плоскости с некоторой высоты  $h$  и, двигаясь по горизонтальной поверхности, сталкивается с неподвижным бруском массой  $m_2 = 300$  г. Считая столкновение абсолютно неупругим, определите высоту  $h$ , если общая кинетическая энергия брусков после столкновения равна  $2,5$  Дж. Трением при движении пренебречь. Считать, что наклонная плоскость плавно переходит в горизонтальную.

Какие законы Вы используете для описания неупругого столкновения брусков? Обоснуйте их применение к данному случаю.

31. Струя воды круглого сечения радиусом  $r_0 = 1$  см начинает бить из шланга вверх со скоростью  $v_0 = 20$  м/с. Найдите радиус струи  $r$  на высоте  $h = 16$  м по вертикали от конца шланга. Трением и силами поверхностного натяжения пренебречь, считать скорость движения частиц воды по вертикали в любом поперечном сечении струи одинаковой для данного сечения, а сами частицы — находящимися в состоянии свободного падения в поле силы тяжести.

Какие законы Вы используете для описания движения частиц воды? Обоснуйте их применение к данному случаю.

32. К потолку на двух одинаковых легких пружинах общей жесткостью  $k = 400$  Н/м подвешена чашка массой  $m = 500$  г. С высоты  $h = 10$  см в чашку падает и прилипает к ней груз такой же массой  $m$  (см. рис.). На какое максимальное расстояние  $H$  после этого опустится чашка относительно своего исходного положения? Потерями механической энергии пренебречь.



Какие законы Вы используете для описания движения груза и его взаимодействия с чашей? Обоснуйте их применение к данному случаю.

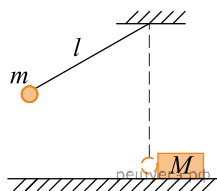
33. Маятник состоит из маленького груза массой  $M = 200$  г, висящего на легкой нерастяжимой нити длиной  $L = 100$  см. Он висит в состоянии покоя в вертикальном положении. В груз ударяется и прилипает к нему небольшое тело массой  $m = 100$  г, летевшее в горизонтальном направлении. В результате возникает вращение маятника в вертикальной плоскости вокруг его точки подвеса, причем груз маятника все время движется по окружности, делая полный оборот. Какова могла быть скорость тела до удара?

Какие законы Вы используете для описания взаимодействия тел и дальнейшего их движения? Обоснуйте их применение к данному случаю.

34. Пластилинный шарик массой  $m = 0,5$  кг, подвешенный на нити длиной  $l = 0,8$  м, отводят в сторону и отпускают. В нижней точке качения шарик налетает на покоящийся брусок. В результате абсолютно неупругого соударения брусок приобретает скорость  $u = 0,4$  м/с. Определите массу бруска  $M$ , если в момент столкновения натяжение нити было  $T = 8,6$  Н.

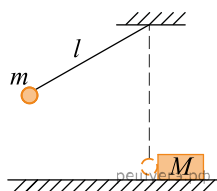
Какие законы Вы используете для описания взаимодействия тел? Обоснуйте их применение к данному случаю.

35. Маленький шарик массой  $m = 0,3$  кг подвешен на легкой нерастяжимой нити длиной  $l = 0,9$  м, которая разрывается при силе натяжения  $T_0 = 6$  Н. Шарик отведен от положения равновесия (оно показано на рисунке пунктиром) и отпущен. Когда шарик проходит положение равновесия, нить обрывается, и шарик тут же абсолютно неупруго сталкивается с бруском массой  $M = 1,5$  кг, лежащим неподвижно на гладкой горизонтальной поверхности стола. Какова скорость  $u$  бруска после удара? Считать, что брусок после удара движется поступательно.



Какие законы Вы используете для описания взаимодействия тел? Обоснуйте их применение к данному случаю.

36. Шарик массой  $m = 400$  г, подвешенный на невесомой нерастяжимой нити длиной  $l = 80$  см, отвели в сторону от положения равновесия и отпустили. Нить обрывается при силе натяжения  $T_0 = 12$  Н. При прохождении положения равновесия нить оборвалась, и шарик абсолютно неупруго столкнулся с покоившимся на гладкой поверхности стола бруском. После удара брусок приобрел скорость  $u = 0,8$  м/с. Найдите массу бруска  $M$ .

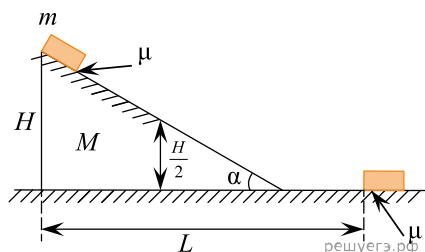


Какие законы Вы используете для описания взаимодействия тел? Обоснуйте их применение к данному случаю.

37. В маленький шар массой  $M = 250$  г, висающий на нити длиной  $l = 50$  см, попадает и застревает в нем горизонтально летящая пуля массой  $m = 10$  г. При какой минимальной скорости пули шар после этого совершит полный оборот в вертикальной плоскости? Сопротивлением воздуха пренебречь.

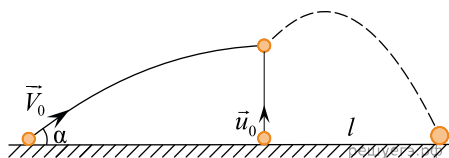
Какие законы Вы используете для описания взаимодействия тел? Обоснуйте их применение к данному случаю.

38. Клин массой  $M$  с углом  $\alpha$  при основании закреплен на шероховатой горизонтальной плоскости (см. рис.). На вершине клина, на высоте  $H$  над плоскостью находится маленький брусок массой  $m$ , коэффициент трения которого о верхнюю половину наклонной поверхности клина и о шероховатую горизонтальную плоскость равен  $\mu < \text{tg } \alpha$ . Нижняя половина наклонной поверхности клина гладкая. Брусок отпускают без начальной скорости, он скатывается по клину и далее скользит по шероховатой плоскости и останавливается на некотором расстоянии  $L$  по горизонтали от своего начального положения. Найдите это расстояние  $L$ , если в точке перехода с клина на плоскость есть гладкое закругление, так что скорость бруска при переходе с клина на плоскость не уменьшается.



Какие законы Вы используете для описания движения бруска по клину? Обоснуйте их применение к данному случаю.

39. Небольшое тело бросили под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонтальной плоскости с начальной скоростью  $V_0 = 40$  м/с. В верхней точке траектории в него попало другое тело такой же массы, брошенное с той же плоскости вертикально вверх с начальной скоростью  $u_0 = 25$  м/с, и оба тела в результате абсолютно неупругого удара слиплись и полетели дальше вместе (см. рис.).



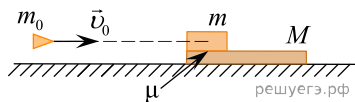
На каком расстоянии  $l$  от места броска второго тела слипшиеся тела упадут на горизонтальную плоскость? Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

Какие законы Вы используете для описания взаимодействия тел? Обоснуйте их применение к данному случаю.

40. Небольшое тело массой  $M = 0,99$  кг лежит на вершине гладкой полусферы. В тело попадает пуля массой  $m = 0,01$  кг, летящая горизонтально со скоростью  $v_0 = 100$  м/с, и застревает в нем. Пренебрегая смещением тела за время удара, определите радиус сферы, если высота, на которой тело оторвется от поверхности полусферы,  $h = 0,7$  м. Высота отсчитывается от основания полусферы.

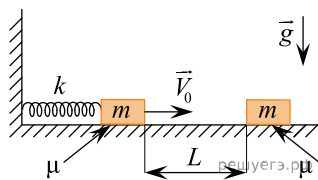
Какие законы Вы используете для описания взаимодействия тел? Обоснуйте их применение к данному случаю.

41. На горизонтальном гладком столе лежит длинная доска массой  $M = 10$  кг, а на ее левом конце — деревянный брусок массой  $m = 1$  кг (см. рис.). В брусок попадает и прилипает к нему пластилиновый снаряд массой  $m_0 = 200$  г, летевший горизонтально по направлению вдоль доски со скоростью  $V_0 = 10$  м/с, после чего брусок скользит до остановки по шероховатой доске, не сваливаясь с нее. Какое количество теплоты  $Q$  выделится в этой системе в течение всего процесса?



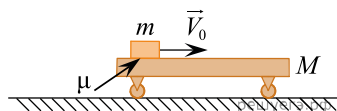
Какие законы Вы используете для описания взаимодействия бруска, доски и пули? Обоснуйте их применение к данному случаю.

42. На горизонтальной шероховатой плоскости (коэффициент трения равен  $\mu$ ) покоятся два одинаковых груза массой  $m$  на расстоянии  $L$  друг от друга, один из которых соединен со стенкой легкой нерастянутой горизонтальной пружиной жесткостью  $k$  (см. рис.). Левому грузу сообщили в некоторый момент начальную скорость  $V_0$  в направлении правого, после чего грузы испытали абсолютно упругое лобовое столкновение. На какое расстояние  $l$  сместится после столкновения правый груз?



Какие законы Вы использовали для описания взаимодействия грузов? Обоснуйте их применение к данному случаю.

43. На горизонтальном столе стоит длинная тележка массой  $M = 500$  г с легкими колесами, которые могут вращаться вокруг своих осей без трения. На тележку вблизи одного ее конца положили грузик массой  $m = 200$  г и мгновенно придали ему скорость  $V_0 = 2$  м/с в направлении другого конца тележки (см. рис.). Коэффициент трения грузика о верхнюю плоскость тележки равен  $\mu = 0,4$ . Какое расстояние  $S$  пройдет грузик по тележке до остановки на ней, если он еще не свалится на стол?

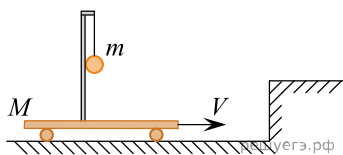


Какие законы Вы используете для описания взаимодействия грузика и тележки и дальнейшего движения тел? Обоснуйте их применение к данному случаю.

44. На двух невесомых нерастяжимых вертикальных нитях подвешена горизонтальная пробирка с газом, закрытая пробкой. Масса пробирки  $M = 0,05$  кг, длина нитей  $L = 0,4$  м, нить рвется, когда к ней прикладывается сила  $T = 0,5$  Н. При нагревании подвешенной пробирки из нее вылетает пробка массой  $m$  со скоростью 10 м/с. Найти минимальную массу пробки, при которой в момент ее вылета нити разорвутся.

Какие законы Вы используете для описания взаимодействия пробирки и пробки? Обоснуйте их применение к данному случаю.

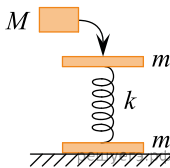
45. На тележке массой  $M = 1$  кг, находящейся на горизонтальной плоскости, установлен штатив, на котором подвешен на невесомой нерастяжимой нити груз массой  $m = 200$  г, касающийся штатива (см. рис.). Тележке сообщили скорость  $V = 1$  м/с вдоль плоскости, и через некоторое время она испытала абсолютно неупругое соударение с упором на плоскости.



Затем груз на нити по инерции отклонился от вертикали и потом, возвращаясь в положение равновесия, абсолютно неупруго столкнулся со штативом. Какую скорость  $v$  приобрела в результате этого тележка с грузом? Нить подвеса в течение всего процесса остается натянутой, трением можно пренебречь.

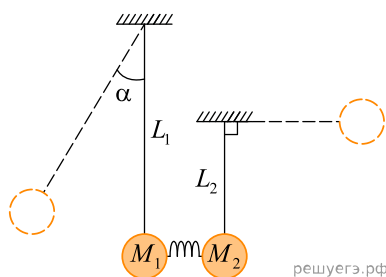
Какие законы Вы используете для описания взаимодействия шарика и тележки? Обоснуйте их применение к данному случаю.

46. Пружину, соединенную с двух сторон пластинами массой  $m$ , поставили на горизонтальную площадку (см. рис.). Затем на верхнюю пластину положили груз массой  $M = 500$  г так, что ось пружины осталась вертикальной. После этого резким ударом в горизонтальном направлении груз сбросили с пластины. Пренебрегая трением груза о пластину, определите, какой может быть масса пластины  $m$ , чтобы нижняя пластина оторвалась от площадки?



Какие законы Вы используете для описания движения пружины и тел? Обоснуйте их применение к данному случаю.

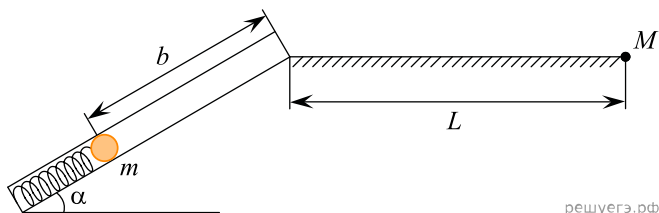
47. Два шарика массами  $M_1$  и  $M_2$  подвешены на вертикальных тонких нитях длиной  $L_1 = 90$  см и  $L_2 = 20$  см соответственно так, что они находятся на одной высоте. Их массы относятся  $M_1 = 1,5M_2$ . Между шариками находится сжатая и связанная нитью легкая пружина. При пережигании связывающей нити пружина распрямляется, расталкивает шарики и падает вниз. В результате нити отклоняются в разные стороны, причем шарик  $M_2$  отклонился на угол  $90^\circ$ . На какой угол отклонился первый шарик? Считать величину сжатия пружины во много раз меньше длин нитей.



Какие законы Вы использовали для описания взаимодействия шариков? Обоснуйте их применение к данному случаю.

48. Пружинное ружье наклонено под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту. Энергия сжатой пружины равна 0,41 Дж. При выстреле шарик массой  $m = 50$  г проходит по стволу ружья расстояние  $b$ , вылетает и падает на расстоянии  $L = 1$  м от дула ружья в точку  $M$ , находящуюся с ним на одной высоте с дулом. (см. рис.). Найдите расстояние  $b$ . Трением в стволе и сопротивлением воздуха пренебречь.

Какие законы Вы использовали для описания движения шарика? Обоснуйте их применение к данному случаю.



49. На горизонтальной поверхности неподвижно закреплена абсолютно гладкая полусфера радиусом  $R = 2,5$  м. С ее верхней точки из состояния покоя соскальзывает маленькое тело. В некоторой точке тело отрывается от сферы и летит свободно. Найдите скорость тела в момент отрыва от сферы. Сопротивлением воздуха пренебречь. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.

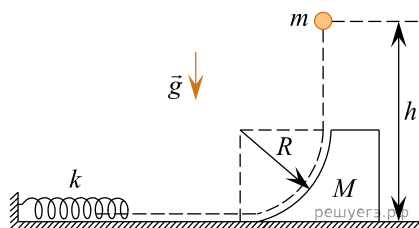
50. По гладкой наклонной плоскости, составляющей угол  $\alpha = 30^\circ$  с горизонтом, скользит из состояния покоя брусок массой  $M = 250$  г. В тот момент, когда брусок прошел по наклонной плоскости расстояние  $x = 3,6$  м, в него попала и застряла в нем летящая навстречу ему вдоль наклонной плоскости пуля массой  $m$ . Скорость пули  $v = 555$  м/с. После попадания пули брусок поднялся вверх вдоль наклонной плоскости на расстояние  $S = 2,5$  м от места удара. Найдите массу пули  $m$ . Трение бруска о плоскость не учитывать. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.

51. На горизонтальной поверхности неподвижно закреплена абсолютно гладкая полусфера. С ее верхней точки из состояния покоя соскальзывает маленькое тело. В некоторой точке тело отрывается от сферы и летит свободно. Найдите радиус сферы, если в момент отрыва тело имело скорость 4 м/с. Сопротивлением воздуха пренебречь. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.

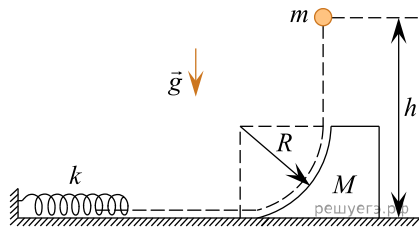
52. В маленький шар массой  $M = 250$  г, висающий на нити длиной  $l = 50$  см, попадает и застревает в нем горизонтально летящая пуля массой  $m = 10$  г. При какой минимальной скорости пули шар после этого совершит полный оборот в вертикальной плоскости? Сопротивлением воздуха пренебречь. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.

53. В маленький шар массой  $M = 230$  г, висающий на нити длиной  $l = 50$  см, попадает и застревает в нем горизонтально летящая пуля. Минимальная скорость пули  $v_0$ , при которой шар после этого совершит полный оборот в вертикальной плоскости, равна 120 м/с. Чему равна масса пули? Сопротивлением воздуха пренебречь. Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.

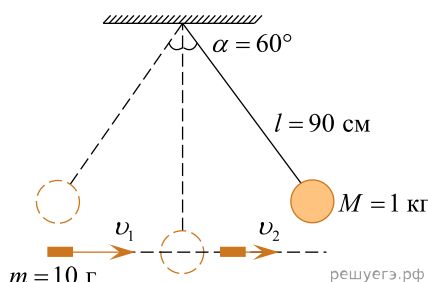
54. С высоты  $h = 1$  м над горизонтальной плоскостью падает без начальной скорости маленькое тело массой  $m = 100$  г и попадает на высоте  $R = \frac{h}{2}$  в начальную вертикальную часть гладкого желоба в виде четверти окружности радиусом  $R$ . Желоб вырезан в твердой подставке массой  $M = 300$  г, которая может скользить без трения по плоскости и до падения тела была неподвижной (см. рисунок). После того как тело покидает подставку, оно подлетает к свободному концу легкой горизонтальной пружины жесткостью  $k = 160$  Н/м, другой конец которой закреплен, двигаясь в направлении оси этой пружины. Какова будет после этого максимальная деформация  $x$  пружины?



55. С высоты  $h$  над горизонтальной плоскостью падает без начальной скорости маленькое тело массой  $m = 50$  г и попадает на высоте  $R = \frac{h}{2}$  в начальную вертикальную часть гладкого желоба в виде четверти окружности радиусом  $R$ . Желоб вырезан в твердой подставке массой  $M = 0,5$  кг, которая может скользить без трения по плоскости и до падения тела была неподвижной (см. рисунок). После того как тело покидает подставку, оно подлетает к свободному концу легкой горизонтальной пружины жесткостью  $k = 100$  Н/м, другой конец которой закреплен, двигаясь в направлении оси этой пружины. Максимальная деформация пружины после этого оказывается равной  $x = 10$  см. Найдите высоту  $h$ .

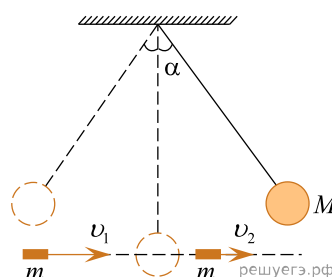


56. Шар массой 1 кг, подвешенный на нити длиной 90 см, отводят от положения равновесия на угол  $60^\circ$  и отпускают. В момент прохождения шаром положения равновесия в него попадает пуля массой 10 г, летящая навстречу шару. Она пробивает его и продолжает двигаться горизонтально. Определите изменение скорости пули в результате попадания в шар, если он, продолжая движение в прежнем направлении, отклоняется на угол  $39^\circ$ . (Массу шара считать неизменной, диаметр шара — пренебрежимо малым по сравнению с длиной нити,  $\cos 39^\circ = \frac{7}{9}$ ). Какие законы Вы используете для решения задачи? Обоснуйте их применение.

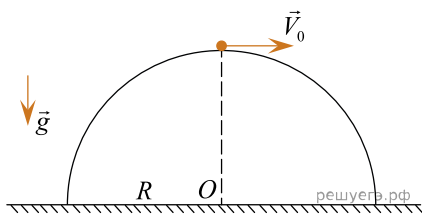


57. Шар массой 1 кг, подвешенный на нити длиной 90 см, отводят от положения равновесия на угол  $60^\circ$  и отпускают. В момент прохождения шаром положения равновесия в него попадает пуля массой 10 г, летящая навстречу шару. Она пробивает его и продолжает двигаться горизонтально. Определите модуль изменения импульса пули в результате попадания в шар, если он, продолжая движение в прежнем направлении, отклоняется на угол  $39^\circ$ . (Массу шара считать неизменной, диаметр шара — пренебрежимо малым по сравнению с длиной нити,  $\cos 39^\circ = \frac{7}{9}$ .) Какие законы Вы используете для решения задачи? Обоснуйте их применение.

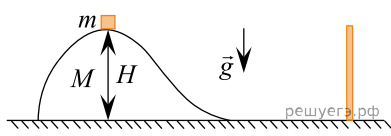
58. Шар массой 2 кг, подвешенный на нити длиной 40 см, отводят от положения равновесия на угол  $60^\circ$  и отпускают. В момент прохождения шаром положения равновесия в него попадает пуля массой 20 г, летящая навстречу шару со скоростью 200 м/с. Она пробивает его и продолжает двигаться горизонтально со скоростью 100 м/с, после чего шар продолжает движение в прежнем направлении. Найти косинус максимального угла отклонения шара от вертикали после попадания пули. Масса шара после пробоя почти не изменилась. Обоснуйте применимость используемых законов.



59. На горизонтальном столе закреплена половина цилиндра радиусом  $R = 40$  см, в наивысшей точке которого покоится маленький груз. Ось цилиндра  $O$  перпендикулярна плоскости рисунка. Какую начальную скорость  $V_0$ , направленную горизонтально в плоскости рисунка, нужно сообщить этому грузу, чтобы он оторвался от поверхности полуцилиндра в точке, находящейся на высоте  $0,75R$  над столом? Трение отсутствует. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.



60. На горизонтальном столе находится незакрепленная горка высотой  $H = 45$  см и массой  $M$ , на вершине которой удерживают маленький брусок массой  $m = \frac{M}{2}$ . Трение отсутствует.



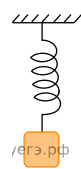
Брусок при соскальзывании с горки без удара переходит на поверхность стола. В исходном состоянии горка и брусок покоятся относительно стола. Горку и брусок одновременно отпускают, не сообщая им начальной скорости. После соскальзывания с горки брусок абсолютно упруго ударяется о закрепленную вертикальную стену, после чего направление движения бруска изменяется на противоположное, и он начинает догонять горку. На какую максимальную высоту над столом поднимется брусок по склону горки? Считайте, что горка все время движется поступательно.

61. Пластиновый шарик в момент  $t = 0$  бросают с горизонтальной поверхности земли с некоторой начальной скоростью под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту. Одновременно с некоторой высоты над поверхностью земли начинает падать из состояния покоя другой такой же шарик. Спустя время  $\tau = 1$  с шарики абсолютно неупруго сталкиваются в воздухе. Сразу после столкновения скорость шариков направлена горизонтально. Какова начальная скорость  $v_0$  шарика, брошенного под углом к горизонту? Сопротивлением воздуха пренебречь. Какие законы Вы использовали для описания движения? Обоснуйте их применение к данному случаю.

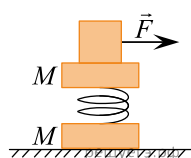
62. Пластиновый шарик в момент  $t = 0$  бросают с горизонтальной поверхности Земли под углом  $\alpha$  к горизонту. Одновременно с некоторой высоты над поверхностью Земли начинает падать из состояния покоя другой такой же шарик. Шарики абсолютно неупруго сталкиваются в воздухе. Сразу после столкновения скорость шариков направлена горизонтально. Точка падения шариков на Землю находится на расстоянии  $L$  от точки старта первого шарика. С какой начальной скоростью  $v_0$  был брошен первый шарик? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.

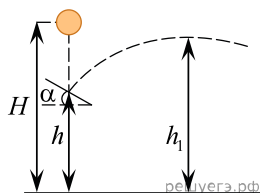
63. От груза, неподвижно висящего на невесомой пружине жесткостью  $400$  Н/м, без начальной скорости отделился его фрагмент массой  $600$  г. На какую максимальную высоту относительно первоначального положения поднялась оставшаяся часть груза? Какие законы Вы использовали в данной задаче? Обоснуйте их применение.



64. На столе лежит шайба массой  $M$ , скрепленная легкой пружиной с другой такой же шайбой. На гладкой поверхности верхней шайбы покоится груз массой  $m = 1$  кг. В начальный момент времени коротким ударом с помощью горизонтальной силы  $F$  груз сбивают с верхней шайбы. Верхняя шайба начинает двигаться вертикально вверх. При каких значениях  $M$  в процессе этого движения нижняя шайба оторвется от стола? Какие законы Вы использовали при решении задачи. Обоснуйте их использование.



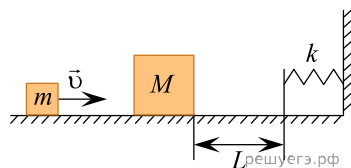
65. Шарик падает из состояния покоя и на высоте  $h = 1$  м от поверхности Земли абсолютно упруго ударяется о доску, расположенную под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту (см. рисунок). Модуль скорости шарика после отскока от доски равен модулю скорости шарика непосредственно перед ударом. После удара шарик поднялся на максимальную высоту  $h_1 = 1,25$  м от поверхности Земли. Определите с какой высоты  $H$  над поверхностью Земли упал шарик, если после удара его скорость направлена под углом  $2\alpha$  к вертикали. Сопротивлением воздуха пренебречь.



Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.

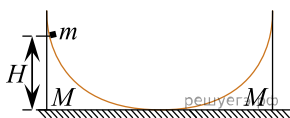
66. На краю стола высотой  $h = 1,25$  м лежит пластилиновый шарик массой  $m = 50$  г. На него со стороны стола налетает по горизонтали другой пластилиновый шарик, имеющий скорость  $v = 1$  м/с. Какой должна быть масса второго шарика, чтобы точка приземления шариков на пол была дальше от стола, чем заданное расстояние  $L = 0,4$  м? Удар считать центральным.

67. Небольшое тело массой  $m = 100$  г, скользящее по гладкой горизонтальной поверхности, абсолютно неупруго сталкивается с неподвижным телом массой  $M = 2m$ . При дальнейшем поступательном движении тела налетают на недеформированную пружину, одним концом прикреплённую к стене (см. рис.).

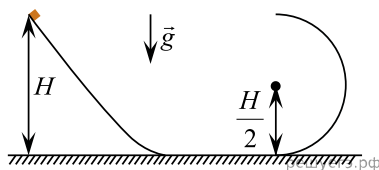


Через какое время  $t$  после абсолютно неупругого удара тела вернутся в точку столкновения? Скорость движения тела до столкновения  $v = 3$  м/с жёсткость пружины  $k = 30$  Н/м, а расстояние от точки столкновения до пружины  $L = 15$  см.

68. Два одинаковых клина массой  $M = 0,4$  кг каждый обладают плавными переходами со своих наклонных поверхностей на горизонтальную гладкую плоскость. Оба клина первоначально покоятся и расположены так, как показано на рисунке. С левого клина с высоты  $H = 50$  см соскальзывает без начальной скорости маленький брусок массой  $m = 0,1$  кг. На какую максимальную высоту  $h$  поднимется брусок по правому клину? Трением бруска о клинья можно пренебречь. Обоснуйте применимость законов, использованных для решения задачи.



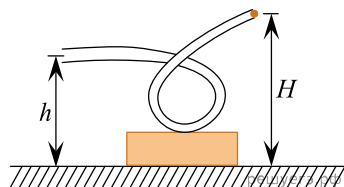
69. Небольшое тело начинает скользить без начальной скорости с высоты  $H = 2,16$  м по жёсткому наклонному желобу, имеющему горизонтальный участок, который затем переходит в полуокружность радиусом  $\frac{H}{2}$  (см. рисунок). Жёлоб за-



креплён в вертикальной плоскости, все его участки плавно состыкованы. Через какое время после отрыва от желоба модуль скорости тела будет минимальным? Трение отсутствует. **Обоснуйте применимость законов, использованных для решения задачи.**

70. При разрыве снаряда суммарная энергия системы увеличивается за счет энергии взрыва. На сколько изменится суммарная энергия системы, если снаряд массой  $M = 9$  кг, летящий со скоростью 250 м/с, разорвется на две части: первая продолжит движение по направлению движения снаряда со скоростью 900 м/с, а вторая — в обратном направлении? Считать, что масса первой и второй части снаряда равны  $\frac{M}{3}$  и  $\frac{2M}{3}$  соответственно. Обоснуйте применение физических законов, использованных при решении задачи.

71. Шарик удерживается в жесткой изогнутой трубке, закрепленной на доске, на высоте  $H$ . Доска находится на гладкой горизонтальной поверхности стола (см. рис.). Система покоится. Как только шарик отпускают, он начинает двигаться без трения по трубке и вылетает из другого ее конца, находящегося на высоте  $h = 1$  м.



Скорость шарика при вылете из трубки равна  $3$  м/с и направлена горизонтально. При этом доска движется поступательно со скоростью  $0,5$  м/с по поверхности стола. Чему равна высота  $H$ ? Какие физические законы Вы использовали при решении задачи? Обоснуйте их применение в данном случае.