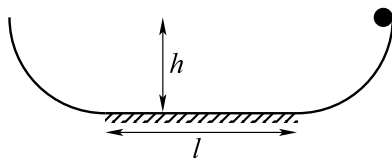
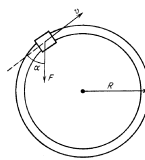


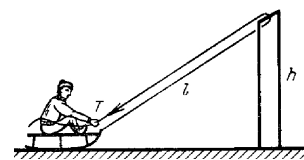
1. Какую работу нужно совершить, чтобы груз весом 10 Н поднять силой 15 Н на высоту 2 м?
2. Двум одинаковым телам сообщают равные скорости, направленные под одним и тем же углом к горизонту. Одно тело находится после броска в свободном движении, а другое движется без трения по прямой трубе. Какое тело поднимется на большую высоту? (2.3.19)
3. Сила, действующая на снаряд массы  $m$  в стволе орудия, нарастает равномерно от нуля до  $F_0$  на участке ствола длины  $l_1$ , не меняется на участке ствола длины  $l_2$  и, наконец, равномерно уменьшается до нуля на участке ствола длины  $l_3$ . Какова скорость снаряда при вылете из ствола? (2.3.5)
4. Тело без начальной скорости соскальзывает в яму, стенки которой гладкие и плавно переходят в горизонтальное дно. Длина дна  $l = 2$  м, коэффициент трения тела о дно ямы  $\mu = 0,3$ . Глубина ямы  $H = 5$  м. На каком расстоянии от середины ямы тело остановится?
5. По рельсам, образующим горизонтальный круговой путь радиуса  $R$ , катится со скоростью  $v$  вагонетка массы  $m$ . Рабочий бежит за ней и начинает останавливать её, натягивая привязанный к вагонетке трос с силой  $F$  под углом  $\pi - \alpha$  к направлению скорости вагонетки. Сколько оборотов по кругу совершит вагонетка до остановки? Трением пренебречь. (2.3.17)
6. Верёвка привязана к санкам и переброшена через перекладину ворот высоты  $h$ . Мальчик, сидящий на санках, начинает выбирать верёвку, натягивая её с силой  $T$ . Какую скорость он приобретёт, проезжая под перекладиной? Начальная длина натянутой части верёвки  $2l$ , масса мальчика с санками  $m$ . Трением пренебречь. (2.3.18)



Задача 4

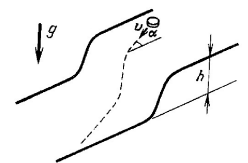


Задача 5

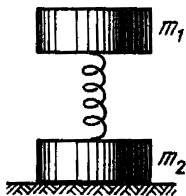


Задача 6

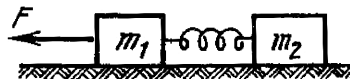
- 7\* Частица массы  $m$  влетает в область, где на неё действует тормозящая сила, зависящая только от расстояния между частицей и границей области. Найдите эту зависимость, если глубина проникновения частицы в область торможения пропорциональна её начальному импульсу:  $l = \alpha p$ . (2.3.35)
8. Горизонтальные поверхности, отстоящие друг от друга по высоте на  $h$ , плавно соединяются. По верхней поверхности движется тело со скоростью  $v$ , составляющей угол  $\alpha$  с нормалью к линии сопряжения. Найдите угол между скоростью тела на нижней поверхности плоскости и нормалью к линии сопряжения. Трением пренебречь. (2.3.20)
9. Троллейбус массой  $m = 12 \cdot 10^3$  кг на некотором горизонтальном прямолинейном участке увеличил скорость с  $v_1 = 5$  м/с до  $v_2 = 10$  м/с. Двигатель троллейбуса развивал постоянную мощность  $N = 60$  кВт. Пренебрегая сопротивлением движению, найти максимальное и минимальное значения ускорения троллейбуса на этом участке.
10. Поднимаясь равномерно, как всегда, из окна Малыша к себе на крышу, Карлсон в тот день, когда его угостили вареньем, затратил на подъём на 4 с больше, чем обычно. Какова масса съеденного им варенья, если мощность мотора всегда равна 75 Вт, а высота подъёма 10 м? (2.4.37)
11. Сила сопротивления, действующая на корабль в воде, пропорциональна квадрату его скорости. Во сколько раз нужно увеличить мощность двигателя того же корабля, чтобы скорость движения возросла вдвое? (2.4.38)
12. Автомобиль массы  $m$  трогается с места. Коэффициент трения колёс о дорогу  $\mu$ . Обе оси автомобиля ведущие. Найдите зависимость скорости автомобиля от времени. Мощность двигателя  $N$ . (2.4.39)
13. Как должна измениться мощность насоса, чтобы он стал перегонять через узкое отверстие вдвое большее количество воды в единицу времени?



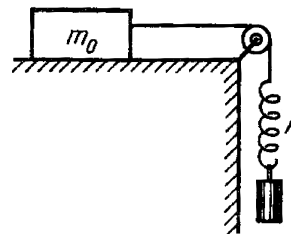
14. Какую наименьшую работу нужно совершить, чтобы лежащий на земле длинный однородный столб длины  $l$  и массы  $m$  поставить вертикально? (2.3.15)
15. Оконную штору массы 1 кг и длины 2 м свертывают в тонкий валик над окном. Какова наименьшая затрачиваемая при этом работа? Трением пренебречь. (2.3.7)
16. Гантель длины  $l$  с шариками одинаковой массы на концах установлена вертикально на гладкой горизонтальной плоскости. Затем гантель отпускают. Определите скорость верхнего шарика перед ударом о плоскость. (2.3.31)
17. Груз, висящий на лёгкой пружине жёсткости  $k = 400$  Н/м, растягивает её на величину  $x = = 3$  см. Какую работу надо совершить, чтобы утроить удлинение пружины, прикладывая к грузу вертикальную силу?
18. Пружина жёсткости  $k$  прикрепена одним концом к неподвижной стенке. На другой её конец вдоль пружины с начальной скоростью  $v$  налетает шар массы  $m$ . Какова наибольшая деформация сжатия пружины? Ответьте на этот же вопрос для случая, когда пружина предварительно сжата и удерживается нерастяжимой нитью, связывающей её концы (начальная деформация пружины равна  $x_0$ ). (2.3.8)
19. Пружина жёсткости  $k$  зажата между двумя телами. После того как оба тела одновременно освободили, они до момента полного распрямления пружины прошли расстояния  $x_1$  и  $x_2$ . Какую кинетическую энергию приобрело каждое из этих тел? (2.4.3)
- ⊗ 20. С какой силой нужно надавить на верхний груз массы  $m_1$ , чтобы нижний груз массы  $m_2$ , соединённый с верхним пружиной, оторвался от пола после прекращения действия этой силы? (2.3.46)
- ⊗ 21. На горизонтальной плоскости лежат два бруска массы  $m_1$  и  $m_2$ , соединённые недеформированной пружиной. Определите, какую наименьшую постоянную силу нужно приложить к левому бруску, чтобы сдвинулся и правый, если коэффициент трения грузов о плоскость  $\mu$ . (2.3.48)
- ⊗ 22. На горизонтальном столе находится тело массы  $m_0$ . К телу привязана нерастяжимая нить, перекинута через блок. К свободному концу нити привязана пружина. Какой массы груз нужно прицепить к пружине, чтобы, опускаясь, он мог сдвинуть тело массы  $m_0$  с места, если коэффициент трения тела о стол  $\mu$ ? (2.3.49)



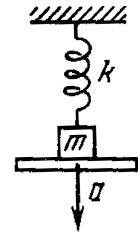
Задача 20



Задача 21



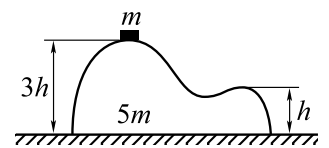
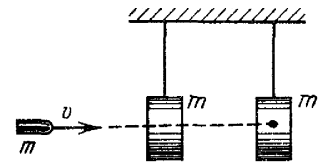
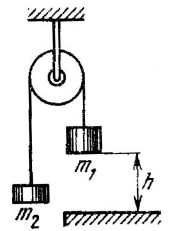
Задача 22



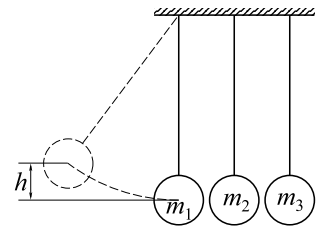
Задача 23

- ⊗ 23. Тело массы  $m$ , подвешенное на пружине жёсткости  $k$ , лежит на доске таким образом, что пружина не деформирована. Доску начинают опускать с ускорением  $a$ . Чему равно удлинение пружины в момент отрыва тела от доски? Каково максимальное удлинение пружины? (2.3.47)
24. Тела массы  $m_1$  и  $m_2$  связаны недеформированной пружиной жёсткости  $k$ . Определите наименьшую скорость, которую необходимо сообщить телу массы  $m_1$ , чтобы пружина сжалась на величину  $x$ . Какими будут скорости тел, когда пружина снова окажется недеформированной? (2.5.24)
25. Система, состоящая из двух одинаковых кубиков массы  $M$  каждый, соединённых лёгкой пружинкой длины  $l$  с коэффициентом жёсткости  $k$ , движется по горизонтальному столу вдоль направления пружинки с постоянной скоростью  $v_0$ . Передний кубик налетает на покоящееся тело массы  $m$ , которое мгновенно прилипает к нему. Найти минимальную длину пружинки при дальнейшем движении системы.
26. Посередине спицы массы  $m_1$  и длины  $2l$  находится шайба массы  $m_2$ . Спице ударом сообщают продольную скорость  $v$ . При этом шайба со спицы соскальзывает. Какова после этого суммарная кинетическая энергия шайбы и спицы, если сила трения равна  $F$ ? (2.4.2)

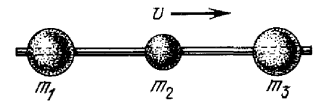
27. Автомобиль с работающим двигателем въезжает на обледенелую гору, поверхность которой образует угол  $\alpha$  с горизонтом. Какой высоты гору может преодолеть автомобиль, если его начальная скорость при въезде на неё равна  $v$ , а коэффициент трения колёс о лёд  $\mu < \operatorname{tg} \alpha$ ? (2.3.12)
- 28\* Собака массы  $m$  привязана поводком длины  $l$ , к саням массы  $M > m$ . В начальный момент собака находится рядом с санями. На какое наибольшее расстояние собака может сдвинуть сани за один рывок, если коэффициенты трения лап собаки и полозьев саней о горизонтальную поверхность одинаковы? (2.4.20)
29. Ядро толкнули горизонтально, сообщив кинетическую энергию  $W = 45$  Дж. При падении в песок скорость ядра была направлена под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту. Найти количество тепла выделившееся при ударе о песок. Ядро в полёте не вращалось.
30. Тело массы  $m$  толкнули вверх по наклонной плоскости, после чего оно двигалось с начальной скоростью  $v$  и затем остановилось, поднявшись на высоту  $h$ . Какое количество теплоты выделилось при этом? (2.4.33)
31. Два груза массы  $m_1$  и  $m_2$  ( $m_1 > m_2$ ) связаны нитью, переброшенной через неподвижный блок. В начальный момент груз массы  $m_1$  удерживают на высоте  $h$  над полом. Затем его без толчка отпускают. Какое количество теплоты выделится при ударе груза о пол? Удар абсолютно неупругий. (2.4.34)
32. Пуля массы  $m$  имеющая начальную скорость  $v$ , пробивает подвешенный на нити свинцовый шар массы  $M$  и вылетает из него с половинной скоростью. Какая часть кинетической энергии пули перешла в тепло? (2.5.36)
33. Пуля массы  $m$ , имеющая начальную скорость  $v$ , пробивает подвешенный на нити груз той же массы  $m$  и застревает во втором таком же. Найдите выделившееся в первом грузе количество теплоты, если во втором грузе выделилось количество теплоты  $Q_2$ . Временем взаимодействия пули с грузом пренебречь. (2.5.37)
34. Два тела массами  $m_1$  и  $m_2$  летят навстречу друг другу со скоростями  $v_1$  и  $v_2$ . Сколько тепла выделится при их неупругом ударе?
35. Происходит абсолютно упругое соударение двух шаров, массы которых равны  $m_1$  и  $m_2$ . Начальные скорости шаров равны  $v_1$  и  $v_2$ . Найти скорости шаров после удара. Удар считать центральным: скорости шаров направлены вдоль линии, соединяющей их центры. Рассмотреть также два частных случая: 1) скорость второго шара до удара равна нулю; 2) массы шаров равны.
36. В условиях предыдущей задачи определите максимальную энергию упругой деформации.
37. На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится горка с двумя вершинами, высоты которых  $h$  и  $3h$ . На левой вершине горки находится шайба массой  $m$ . Масса горки  $5m$ , её поверхность гладкая. От незначительного толчка вправо шайба приходит в движение. Найти скорость шайбы на правой вершине, если: 1) горка закреплена на столе, 2) горка не закреплена. Считать, что при движении шайба не отрывается от поверхности горки, а поступательно движущаяся горка от стола.
38. Брусok, двигавшийся по горизонтальной поверхности стола со скоростью  $v_0$ , сталкивается с неподвижным бруском вдвое большей массы. На какое расстояние разъедутся бруски после столкновения? Удар упругий, центральный. Коэффициенты трения брусков о стол одинаковы и равны  $\mu$ .
39. Два тела в результате столкновения обменялись скоростями, продолжая двигаться по одной и той же прямой. Каково отношение масс этих тел? Является ли их столкновение упругим? (2.5.1)
40. В момент наибольшего сближения тел при упругом столкновении их скорость одинакова и равна  $v$ . Какова скорость этих тел после разлёта, если до столкновения их скорость была соответственно  $v_1$  и  $v_2$ ? Тела движутся по одной прямой. (2.5.7)



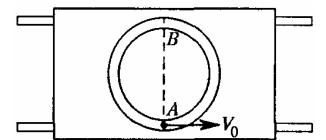
41. Три шара с одинаковыми радиусами, но различными массами, подвешены рядом на нитях одинаковой длины. Шары не соприкасаются. Один из них (массы  $m_1$ ) отклоняют так, что он поднимается на высоту  $h$ , и отпускают. При каких значениях масс  $m_2$  и  $m_3$  все три шара после соударения первого шара со вторым и второго с третьим будут иметь одинаковый импульс? На какую высоту они поднимутся? Все соударения абсолютно упругие.



42. Бусинки массы  $m_1, m_2, m_3$  могут скользить вдоль горизонтальной спицы без трения, причём  $m_1 \gg m_2, m_3 \gg m_2$ . Определите максимальные скорости крайних бусинок, если вначале они покоились, а средняя бусинка имела скорость  $v$ . Удары упругие. (2.5.9)

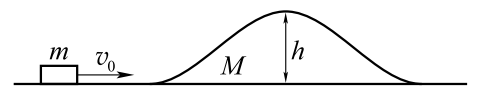


43. На тележке, которая может двигаться по горизонтальным рельсам прямолинейно и без трения, укреплен в горизонтальной плоскости трубка в форме кольца (см. рис. — вид сверху). Внутри трубки может двигаться без трения шарик массой  $m$ . Масса тележки с трубкой  $M$ , массой колёс тележки пренебречь. Шарик, при неподвижной тележке, сообщают в точке  $A$  скорость  $V_0$ , направленную параллельно рельсам. 1) Найти скорость тележки при прохождении шариком точки  $B$  тележки, диаметрально противоположной точке  $A$ . 2) На каком расстоянии от первоначального положения окажется тележка через время  $t_0$ , когда шарик совершит несколько оборотов и окажется в точке  $B$  тележки?



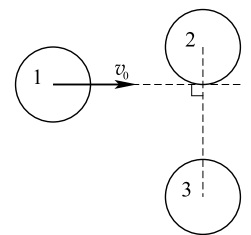
44. Между шариками массой  $m$  и  $M$ , связанными нитью, вставлена лёгкая пружина жёсткостью  $k$ , сжатая на некоторую величину. Система шариков движется со скоростью  $v_0$  вдоль прямой, проходящей через центры шариков. Нить пережигают, и один из шариков останавливается. Найти начальную величину сжатия пружины.

45. Тело массы  $m = 1$  кг скользит без трения по гладкой горизонтальной поверхности и въезжает на подвижную горку массой  $M = 5$  кг. Высота горки  $h = 1$  м. Трение между горкой и плоскостью отсутствует. Найти конечные скорости тела и горки. Начальная скорость тела  $v_0 = 5$  м/с.



46. На покоящийся шар налетает шар такой же массы. Найдите угол разлёта шаров после нецентрального упругого удара. (2.5.2)

47. Три одинаковых гладких бильярдных шара радиуса  $R$  расположены на гладкой горизонтальной плоскости как указано на рисунке. Шару 1 сообщается скорость  $v_0$ , он ударяется сначала о шар 2, затем о шар 3 и останавливается. Определите расстояние  $r$  между центрами шаров 2 и 3 и скорости, которые приобретут после удара шары 2 и 3. Соударения абсолютно упругие.



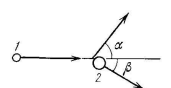
48. Протон, пролетая мимо первоначально покоившегося ядра неизвестного химического элемента, отклонился на угол  $\alpha$  ( $\cos \alpha = \frac{4}{15}$ ), потеряв 10% своей скорости. Найти массовое число химического элемента.

49. Частица массы  $2m$ , движущаяся со скоростью  $v$ , налетает на покоящуюся частицу массы  $m$  и после упругого удара отскакивает под углом  $\alpha = 30^\circ$  к направлению своего первоначального движения. С какой скоростью начнёт двигаться вторая частица?

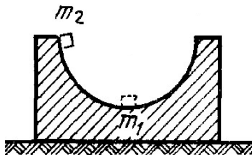
50. Тяжёлая частица массы  $M$  сталкивается с покоящейся лёгкой частицей массы  $m$ . На какой наибольший угол может отклониться тяжёлая частица в результате упругого удара? (2.5.17)

51. Две одинаковые частицы движутся под углом  $\alpha$  друг к другу с начальными скоростями  $v_1$  и  $v_2$ . После упругого взаимодействия у одной из частиц скорость стала равна  $u_1$ . Найдите угол разлёта. (2.5.6)

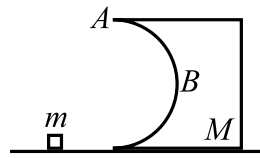
52. При упругом столкновении налетающей частицы с покоящейся первая полетела под углом  $\alpha$  к направлению первоначального движения, а вторая под углом  $\beta$ . Найдите отношение масс этих частиц. (2.5.16)



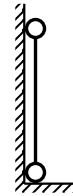
53. Подставка массы  $m_1$  с полуцилиндрической выемкой радиуса  $R$  стоит на гладком столе. Тело массы  $m_2$  кладут на край выемки и отпускают. Найдите скорость тела и подставки в момент, когда тело проходит нижнюю точку полусферы. С какой силой оно давит на подставку в этой точке? Трением пренебречь. (2.5.23)
54. В условиях предыдущей задачи найдите радиус кривизны траектории тела в её нижней точке.
- 55\*. На гладком столе находится брусок массой  $M$ , одна сторона которого представляет собой цилиндр радиусом  $R$ . Какую скорость  $v$  нужно сообщить шайбе массой  $m$  вдоль стола, чтобы она достигла точки  $A$ ? Какое давление будет оказывать шайба на брусок в точке  $B$ ? Трением пренебречь.
56. Гантелька длины  $l$  вертикально стоит в углу, образованном гладкими плоскостями. Нижний шарик гантельки смещают горизонтально на очень маленькое расстояние, и гантелька начинает двигаться. Найти скорость нижнего шарика в тот момент, когда верхний шарик оторвётся от вертикальной плоскости.
57. Невесомый стержень длины  $l$  с небольшим грузом массы  $m$  на конце шарнирно закреплён в своей нижней точке и находится в строго вертикальном положении, касаясь при этом тела массы  $M$ . От небольшого толчка система приходит в движение. При каком соотношении между  $m$  и  $M$  стержень в момент отрыва грузика от тела будет составлять с горизонтом угол  $\alpha = \pi/6$ ? Чему будет равна в этот момент скорость тела  $M$ ? Трением пренебречь.



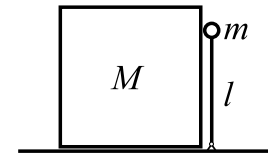
Задача 53



Задача 55

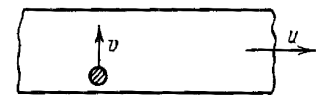


Задача 56



Задача 57

58. Найти кинетическую энергию обруча массой  $m$ , катящегося без проскальзывания со скоростью  $v$ .
59. Тонкостенная труба скатывается без проскальзывания по наклонной плоскости с углом наклона  $\alpha$ . Найдите ускорение оси трубы. При каком коэффициенте трения возможно такое движение?
60. Маленький обруч массы  $m$  катится без проскальзывания по внутренней поверхности большой полусферы радиуса  $R$ . В начальный момент у её верхнего края обруч покоился. Определите силу, прижимающую обруч к нижней точке полусферы.
61. Тонкий обруч без проскальзывания скатывается в яму, имеющую форму полусферы. На какой глубине  $h$  сила нормального давления обруча на стенку ямы равна его силе тяжести? Радиус ямы  $R$ , радиус обруча  $r$ .
62. Определите кинетическую энергию гусеницы трактора, который движется со скоростью  $v$ , если расстояние между осями колёс равно  $l$ , радиус колеса  $r$ , масса единицы длины гусеницы  $\rho$ .
63. Предлагается наполнять вагоны поезда углём на ходу. Найдите дополнительную работу, совершаемую двигателем локомотива при засыпке угля массы  $m$ , если скорость поезда постоянна и равна  $u$ . Сравните эту работу с кинетической энергией, которую получил погружённый уголь. Почему эти величины оказываются различны? (2.4.29)
64. Лента транспортёра, движется горизонтально со скоростью  $u$ . На ленту по касательной к ней летит тело, скорость которого перпендикулярна направлению движения ленты и в момент попадания тела на неё равна  $v$ . Тело скользит по ленте и затем останавливается. Найдите работу силы трения, приложенной к телу со стороны ленты и к ленте со стороны тела. (2.4.4)



65. Два летящих друг за другом с равными скоростями шарика соединены сжатой пружиной. Пружина связана нитью. После пережигания нити кинетическая энергия переднего шарика, имевшая значение  $K$ , увеличилась на 21%. Какую энергию приобрёл бы этот шарик после пережигания нити, если бы до пережигания нити оба шарика были неподвижны? Почему при одном и том же изменении потенциальной энергии пружины получаются столь разные приращения кинетической энергии? (2.4.15)