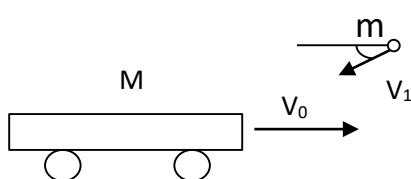
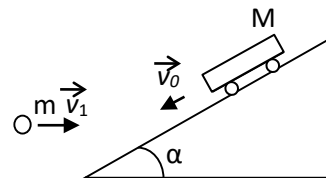


## Задача 1

Тележка с песком общей массой  $M$  свободно катится со скоростью  $V_0$  по гладкой горизонтальной плоскости. В песок попадает свободно падающий с высоты  $h$  камень массы  $m$ . Определить скорость тележки после попадания в нее камня. Найти количество теплоты, выделившееся при ударе.

По одной прямой в одном направлении движутся две частицы массами  $m$  и  $2m$  с одинаковыми скоростями  $u$ . Определить скорость центра масс. Найти суммарную кинетическую энергию частиц в центромассовой системе координат.

Тележка массы  $M$  свободно скатывается по гладкой наклонной плоскости. В момент, когда её скорость равна  $V_0$ , в тележку попадает пуля массы  $m$ , летящая горизонтально со скоростью  $V_1$ . Считая, что  $mV_1 > MV_0$  и полагая удар пули о тележку абсолютно неупругим, определить, при каком угле  $\alpha$  тележка после удара остановится. Найти количество теплоты, выделившееся при этом.

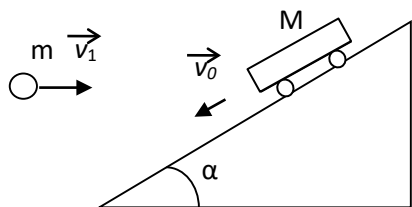


Тележка с песком общей массой  $M$  катится со скоростью  $V_0$  по гладкой горизонтальной плоскости. В неё абсолютно неупруго ударяется камень массы  $m$ , летящий со скоростью  $V_1$  под углом  $\alpha$  к горизонту навстречу тележке (см. рис.). Определить скорость тележки после попадания в нее камня. Найти количество теплоты, выделившееся при ударе.

Тележка с песком общей массой  $M$  свободно скатывается по гладкой наклонной плоскости, образующей угол  $\alpha$  с горизонтом. В момент, когда скорость тележки равнялась  $V_0$ , в песок с некоторой высоты упал камень массы  $M/2$ , имевший в момент попадания скорость  $V_0$ . Считая удар камня о тележку абсолютно неупругим, определить скорость тележки сразу после удара. Найти количество теплоты, выделившееся при этом.

Тележка массы  $M$  катится со скоростью  $V_0$  по гладкой горизонтальной плоскости. С тележки производится выстрел пуль массы  $m$  под углом  $\alpha$  к горизонту, в результате чего тележка останавливается. Найти начальную скорость пули.

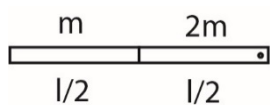
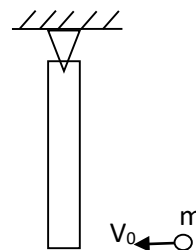
По горизонтальным рельсам без трения со скоростью  $v$  катится тележка массы  $m$ . Перпендикулярно рельсам горизонтально со скоростью  $100v$  летит пуля массы  $0.01m$ , попадает в тележку и застревает в ней. С какой скоростью будет двигаться тележка после попадания в нее пули? Какое количество теплоты выделится в результате этого?



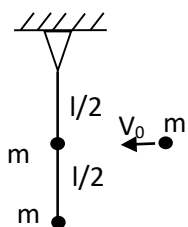
Тележка массы  $M$  свободно скатывается по гладкой наклонной плоскости, образующей угол  $\alpha$  с горизонтом. В момент, когда скорость тележки равнялась  $V_0$ , в неё попала пуля массы  $m$ , летящая горизонтально со скоростью  $V_1$  (см. рис.). Считая удар пули о тележку абсолютно неупругим, определить скорость тележки сразу после удара. Найти количество теплоты, выделившееся при ударе.

## Задача 2

Тонкий жёсткий однородный стержень длины  $l$  и массы  $M$  может без трения вращаться вокруг оси, проходящей через его конец (см. рис.). Шарик массы  $m$ , летящий горизонтально, попадает в нижний конец стержня и прилипает к нему. Максимальный угол отклонения стержня после удара равен  $60^\circ$ . Найти скорость  $V_0$  шарика перед ударом. Определить силу, действующую со стороны оси на стержень, в момент его максимального отклонения от вертикали.

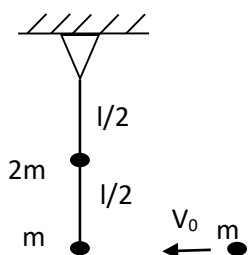
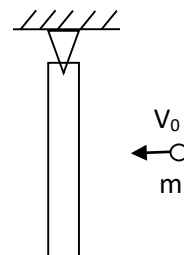


Стержень, состоящий из двух однородных отрезков длины  $l/2$  каждый, массами  $m$  и  $2m$ , может свободно вращаться вокруг неподвижной горизонтальной оси, проходящий через конец массы  $2m$  (см. рис.). Найти момент инерции стержня относительно этой оси. Определить угловую скорость стержня, отпущенного из горизонтального состояния, в момент, когда угол стержня с вертикалью составит  $30^\circ$ . Определить силу, действующую на стержень со стороны оси в этот момент.



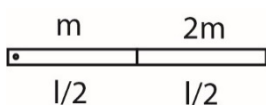
Невесомый жёсткий однородный стержень длины  $l$  может без трения вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через его конец. В середине и на конце стержня закреплены два маленьких шарика массы  $m$  (см. рис.). Шарик массы  $m$ , летящий горизонтально, попадает в верхний шарик и прилипает к нему. Максимальный угол отклонения стержня после удара равен  $\alpha$ . Найти скорость  $V_0$  шарика перед ударом. Определить силу, действующую со стороны оси на стержень, в момент его максимального отклонения от вертикали.

Тонкий жёсткий однородный стержень длины  $l$  и массы  $M$  может без трения вращаться вокруг оси, проходящей через его конец (см. рис.). Шарик массы  $m$ , летящий горизонтально, попадает в середину стержня и прилипает к нему. Максимальный угол отклонения стержня после удара равен  $45^\circ$ . Найти скорость  $V_0$  шарика перед ударом. Определить силу, действующую на стержень со стороны оси, в момент его максимального отклонения.



Невесомый жёсткий однородный стержень длины  $l$  может без трения вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через его конец. В середине и на конце стержня закреплены два маленьких шарика  $2m$  и  $m$  (см. рис.). Шарик массы  $m$ , летящий горизонтально, попадает в нижний шарик и прилипает к нему. Максимальный угол отклонения стержня после удара равен  $60^\circ$ . Найти скорость  $V_0$  шарика перед ударом. Определить силу, действующую со стороны оси на стержень, в момент его максимального отклонения от вертикали.

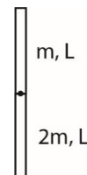
Стержень, состоящий из двух однородных отрезков длины  $L$  каждый массами  $m$  и  $M$ , может свободно вращаться вокруг неподвижной горизонтальной оси, проходящей через конец массы  $m$  (см. рис.). Найти момент инерции стержня относительно этой оси. Определить угловую скорость стержня в момент, когда он займет вертикальное положение, если его отпустили без начальной скорости из горизонтального положения. Определить силу, действующую на стержень со стороны оси сразу после его освобождения.



Стержень, состоящий из двух однородных отрезков длины  $l/2$  каждый массами  $m$  и  $2m$ , может свободно вращаться вокруг неподвижной горизонтальной оси, проходящей через конец массы  $m$  (см. рис.). Найти момент инерции стержня относительно этой оси.

Определить угловую скорость стержня в момент, когда его угол с вертикалью составит  $45^\circ$ , если он был отпущен из горизонтального положения. Определить силу, действующую на стержень со стороны оси в начальный момент.

Стержень, состоящий из двух однородных отрезков длины  $L$  каждый массами  $m$  и  $2m$ , может свободно вращаться вокруг неподвижной горизонтальной оси, проходящей через середину стержня (см. рис.). Найти момент инерции стержня относительно этой оси. Найти период малых колебаний этого стержня, если его отклонить от положения равновесия и освободить.



### Задача 3

С одной и той же наклонной плоскости скатываются без проскальзывания сплошные цилиндр и шар. Найти отношение ускорений скатывающихся тел.

Шар и тонкостенная труба скатываются без проскальзывания с одной и той же наклонной плоскости. Найти отношение ускорений скатывающихся тел.

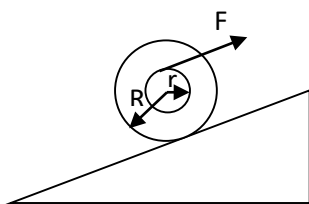
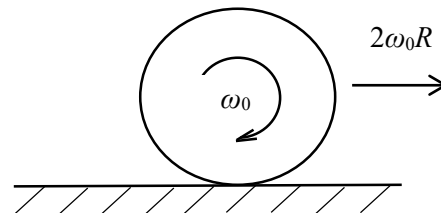
Тонкостенная труба и сплошной цилиндр скатываются без проскальзывания с одной и той же наклонной плоскости. Найти отношение ускорений скатывающихся тел.

Сплошной однородный шар скатывается с плоскости, наклоненной под углом  $\alpha$  к горизонту. При каких значениях угла  $\alpha$  шар будет катиться без проскальзывания, если коэффициент трения скольжения между шаром и плоскостью равен  $\mu$ .

При каком коэффициенте трения  $\mu$  тонкостенная труба будет скатываться без проскальзывания с наклонной плоскости, образующей с горизонтом угол  $\alpha$ ?

Сплошной цилиндр, ось которого горизонтальна, скользит без вращения по гладкой горизонтальной поверхности в направлении, перпендикулярном оси цилиндра. В некоторый момент он достигает границы, где гладкая поверхность переходит в шероховатую, и возникает постоянная не зависящая от скорости сила трения скольжения. Какая часть энергии будет потеряна к моменту качения без проскальзывания.

Тонкий обруч раскручен до угловой скорости  $\omega_0$  и запущен по шероховатому горизонтальному столу так, что начальная скорость центра обруча направлена вправо (см. рис.) и равна  $2\omega_0 R$ , где  $R$  – радиус обруча. Коэффициент трения равен  $\mu$ . Через какое время прекратится проскальзывание?



По наклонной плоскости, составляющей угол  $\alpha$  с горизонтом, вкатывают без проскальзывания катушку массы  $m$  с моментом инерции  $J$  (см. рис.). На катушку намотана верёвка, за конец которой тянут с силой  $F = mg/2$ . Определить ускорение катушки.

## Задача 4 (для сильных студентов)

Невесомая жесткая проволока длины  $2l$ , согнутая в середине под прямым углом, лежит на гладком горизонтальном столе. По проволоке с ее концов одновременно начинают бежать два жука равной массы со скоростями  $u$  и  $2u$  относительно проволоки. Через какое время жуки встретятся? Найти скорость жука относительно стола за мгновение до того, как «быстрый» жук добежит до угла проволоки. (2 вариант - Каким будет смещение вершины прямого угла проволоки в момент, когда «быстрый» жук добежит до этой вершины)