

Импульс

ЗАДАЧА 1. («Физтех», 2014, 11) По гладкой горизонтальной поверхности движутся с перпендикулярными скоростями два маленьких шарика. Массы шариков $3m$ и $2m$, их скорости 1 м/с и 2 м/с соответственно. Шарики сталкиваются и прилипают друг к другу. Найдите скорость образовавшегося тела.

0/11 1

ЗАДАЧА 2. (Всеросс., 2017, I этап, 10) Частица, имеющая массу $m = 0,1$ г и начальную скорость $V = 100$ м/с, попадает в область, в которой на неё в течение некоторого времени действует постоянная по модулю и направлению сила F . К моменту прекращения действия силы частица приобретает скорость $2V$ в направлении, перпендикулярном первоначальному. Под каким углом к первоначальному направлению движения частицы направлена сила F ? Какую работу совершила сила F над частицей за время своего действия? Влиянием других сил можно пренебречь.

$\alpha = \arctan \frac{2V}{V} \approx 63,4^\circ$

ЗАДАЧА 3. (МФТИ, 2007) К неподвижной тележке, находящейся на горизонтальной поверхности, бегут мальчик массой m и девочка массой $0,8m$. Мальчик запрыгивает на тележку. Девочка нагоняет уже движущуюся тележку и тоже запрыгивает на неё. Скорость тележки увеличивается на 60%. Во сколько раз масса тележки больше суммарной массы мальчика и девочки? Горизонтальные составляющие скоростей мальчика и девочки относительно поверхности Земли перед попаданием на тележку одинаковы. Сопротивлением движению тележки пренебречь. Направления всех движений находятся в одной вертикальной плоскости.

в 3 раза

ЗАДАЧА 4. (МФТИ, 1991) Неподвижный снаряд разорвался на четыре осколка. Осколки массами $m_1 = 3$ кг, $m_2 = 2$ кг, $m_3 = 4$ кг полетели соответственно со скоростями $v_1 = 200$ м/с вертикально вверх, $v_2 = 150$ м/с горизонтально на север и $v_3 = 100$ м/с горизонтально на восток. Под каким углом к горизонту полетел четвёртый осколок?

$\alpha \approx \arctan \frac{v_3}{v_2} = \arctan \frac{100}{150} \approx 33,7^\circ$

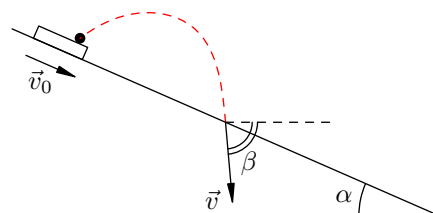
ЗАДАЧА 5. (МФТИ, 1991) Искусственный спутник Луны массой $M = 8$ кг движется вблизи её поверхности по круговой орбите. Метеорит массой $m = 0,1$ г, летящий со скоростью $v = 40$ км/с, перпендикулярной скорости спутника, попадает в спутник и застревает в нём. На какой угол повернётся из-за этого вектор скорости спутника? Радиус Луны $R = 1740$ км. Ускорение свободного падения на Луне в 6 раз меньше, чем на Земле.

$\alpha \approx \arctan \frac{v}{v_0} \approx \arctan \frac{40000}{10000} \approx 76^\circ$

ЗАДАЧА 6. (МФТИ, 1991) Космический аппарат массы $M = 40$ кг движется по круговой орбите радиуса $R = 6800$ км вокруг Марса. В аппарат попадает и застревает в нём метеорит, летевший со скоростью $v = 50$ км/с перпендикулярно направлению движения аппарата. При какой массе метеорита отклонение в направлении движения аппарата не превысит угол $\alpha = 10^{-4}$ рад? Масса Марса $M_0 = 6,4 \cdot 10^{23}$ кг. Гравитационная постоянная $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11}$ м³/(кг · с²).

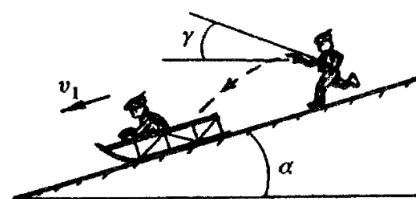
$$\alpha \approx \frac{v}{v_0} \approx \frac{v}{\sqrt{\frac{\gamma M_0}{R^3}}} \approx \frac{v R^{3/2}}{\sqrt{\gamma M_0}} \approx \alpha$$

ЗАДАЧА 7. (МФТИ, 1991) Сани с седоком и собакой общей массой M съезжают с постоянной скоростью v_0 с горы, имеющей уклон α ($\cos \alpha = 6/7$). Собака массой m прыгает с саней вперёд по ходу их движения и приземляется на склон, имея скорость v , направленную под углом β к горизонту ($\cos \beta = 3/7$). Сани после этого продолжают двигаться по горе вниз. Найти скорость саней с седоком после прыжка собаки.



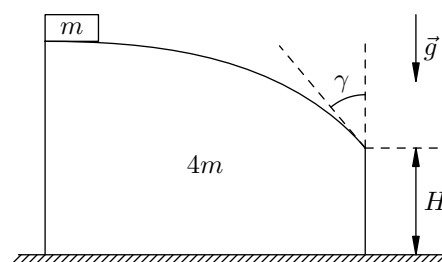
$$\frac{(u - v) \cos \alpha}{u \cos \alpha - v \cos \alpha} = \frac{v \cos \alpha (u - v)}{g \sin \alpha (u - v) - v \cos \alpha} = n$$

ЗАДАЧА 8. (МФТИ, 1991) Мальчик массой m съезжает на санках массой M с постоянной скоростью v_1 (см. рисунок) с горы, имеющей уклон α ($\cos \alpha = 8/9$). Другой мальчик такой же массы m бежит за санками и запрыгивает в них, имея в начале прыжка скорость, направленную под углом γ ($\cos \gamma = 7/9$) к горизонту. В результате этого санки с мальчиками движутся по горе со скоростью v_2 . Найти скорость прыгнувшего мальчика в начале прыжка.



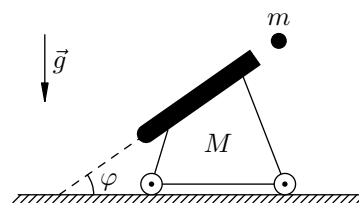
$$\frac{v \cos \alpha}{v_2 \cos \alpha} = \frac{u \cos \alpha (v_2 + v) - v \cos \alpha}{v_2 \cos \alpha} = n$$

ЗАДАЧА 9. (МФТИ, 2002) Горка массой $4m$ с шайбой массой m покоятся на гладкой горизонтальной поверхности стола (см. рисунок). От незначительного толчка шайба начинает скользить по горке без трения, не отрываясь от неё, и покидает горку. Горка, не отрывавшаяся от стола, приобретает скорость u . С какой скоростью шайба упадёт на стол? Нижняя часть поверхности горки составляет угол 30° с вертикалью и находится на расстоянии H от поверхности стола. Направления всех движений параллельны плоскости рисунка.



$$u^2 + v^2 = 2gH$$

Задача 10. (МФТИ, 2002) Игрушечная пушка может скользить по рельсам, укрепленным на горизонтальном полу. Ствол пушки наклонен под углом φ к горизонту (см. рисунок). Масса пушки без снаряда равна M , масса снаряда — m . Из покоившейся пушки произведен выстрел. В результате пушка, не отрывавшаяся от рельсов, получила скорость u . На каком расстоянии от места выстрела снаряд упал на пол? Высоту пушки не учитывать. Направления всех движений параллельны плоскости рисунка.



$$\frac{6}{\tau} \frac{u m}{(u+V) M \tau} = 7$$

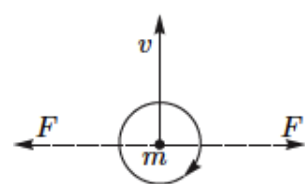
Задача 11. (Всеросс., 2014, II этап, 10–11) Приспособление, позволяющее человеку балансировать над поверхностью водоёма, состоит из платформы, к которой снизу подходит шланг. По этому шлангу насос, установленный на плавающей поблизости лодке, может прокачивать воду с максимальной скоростью $v = 7$ м/с. Вода бьёт в платформу вертикально вверх, ударяется о платформу и разлетается горизонтально во все стороны. Внутренний радиус шланга $r = 8$ см. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с², плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³. Человека какой массой M способно удерживать это приспособление? Массой платформы и шлангов можно пренебречь. Предложите и разъясните способ управления высотой «полёта».

$$\frac{6}{\tau} \frac{v}{\tau} \approx \frac{6}{\tau} \frac{v}{\tau} = 10$$

Задача 12. («Росатом», 2016, 11) Три точечных тела, заряженные разными зарядами, но имеющие одинаковые массы, представляют собой замкнутую систему. В некоторый момент времени тела оказываются на одной прямой, при этом ускорение одного из них (неизвестно какого — крайнего или среднего) равно a , второго (тоже неизвестно какого) — $3a$. Найти ускорение третьего тела в этот момент. Между телами действуют только кулоновские силы.

$$v \text{ или } v_2$$

Задача 13. (Всеросс., 2016, финал, 9) На частицу массой m , имеющую скорость v , начинает действовать постоянная по модулю сила F , вектор которой за время действия τ поворачивается с постоянной угловой скоростью на угол 180° (см. рисунок). Векторы скорости частицы и силы всё время находятся в плоскости рисунка. В начальный момент угол между силой F и скоростью частицы составлял 90° . Определите модуль и направление конечной скорости частицы u через время τ после начала действия силы F . Влиянием других сил можно пренебречь.



$$\frac{u v}{\tau} \mp a = n$$