4 Энергия. Импульс.

4.1 Импульс тела. Закон сохранения импульса.

4.1.1 Поезд массой 2000 т, двигаясь прямолинейно, увеличил свою скорость от 36 до 72 км/ч. Найти изменение импульса.

4.1.2 Материальная точка массой 1 кг равномерно движется по окружности со скоростью 10 м/с. Найти изменение импульса за одну четверть периода; половину периода; целый период.

4.1.3 Движение материальной точки описывается уравнением $x(t) = 5 - 8t + 4t^2$. Приняв ее массу равной 2 кг, найти импульс через 2 с и через 4 с после начала отсчета времени.

4.1.4 Снаряд массой m_1, летящий со скоростью v_1 параллельно рельсам, ударяет в неподвижную платформу с песком массой m_2 и застревает в песке. С какой скоростью станет двигаться платформа?

4.1.5 На вагонетку массой 800 кг катящуюся по горизонтальному пути со скоростью 0,2 м/снасыпают сверху 200 кг щебня. На сколько при этом уменьшится скорость вагонетки?

4.1.6 По рельсам в горизонтальному направлении катится тележка с песком. Через отверстие в дне песок ссыпается между рельсами. Изменяется ли скорость тележки? Трение не учитывать.

4.1.7 Охотник стреляет из ружья с движущейся лодки по направлению движения. Какую скорость имела лодка, если она остановилась после двух быстро следующих друг за другом выстрелов? Масса охотника с лодкой 200 кг, масса заряда 20 г. Скорость вылета дроби и пороховых газов 500 м/с.

4.1.8 Вагон массой 20 т, движущийся со скоростью 0,3 м/с, нагоняет вагон массой 30 т, движущийся со скоростью 0,2 м/с. Какова скорость вагонов после взаимодействия, если после столкновения они сцепились?

4.1.9 С лодки массой 200 кг, движущейся со скоростью 0,3 м/спрыгает мальчик массой 50 кг в горизонтальном направлении со скоростью 7 м/с(относительно воды). Какова скорость лодки после прыжка мальчика, если мальчик прыгает с кормы в сторону, противоположенную движению лодки? с носа по ходу движения лодки?

4.1.10 С судна массой 750 т произведен выстрел из пушки в сторону, противоположенную его движению, под углом 60° к горизонту. На сколько изменилась скорость судна, если снаряд массой 30 кг вылетел со скоростью 1 км/с относительно судна?

4.1.11 Шарик массой 100 г свободно упал на горизонтальную площадку, имея в момент удара скорость 10 м/с. Найти изменения импульса при абсолютно неупругом и абсолютно упругом ударах.

4.1.12 Мяч массой 100 г, летевший со скоростью 20 м/сударился о горизонтальную плоскость. Угол падения (относительно нормали) равен 60°. Найти изменение импульса, если удар абсолютно упругий и угол падения равен углу отражения.

physics.spb.ru

4.1.13 Граната, брошенная с поверхности Земли, разрывается на два одинаковых осколка в наивысшей точке траектории на расстоянии S от места бросания, считая по горизонтали. Один из осколков летит в обратном направлении с той же по модулю скоростью, которую имела граната до взрыва. На каком расстоянии от места бросания упадет второй осколок?

4.1.14 Снаряд разрывается в верхней точке траектории на высоте 19,6 м от Земли на две равные части. После разрыва одна часть падает на Землю через 1 с точно под местом взрыва. На каком расстоянии от места выстрела упадет вторая часть, если первая приземлилась в 1000 м от места выстрела? Сопротивлением пренебречь.

4.1.15 Орудие, имеющее массу ствола 500 кг, стреляет в горизонтальном направлении. Снаряд массой 5 кг вылетает со скоростью 460 м/с, а ствол откатывается на 40 см. Какова средняя сила сопротивления в механизме, тормозящем ствол?

4.1.16 Пластилиновый шарик бросают с поверхности Земли под углом α к горизонту с начальной скоростью v_0. Одновременно с некоторой высоты, начинает падать из состояния покоя другой шарик. Шарики абсолютно неупруго сталкиваются в воздухе. Сразу после столкновения скорость шариков направлена горизонтально. Через какое время после столкновения шарики упадут на Землю? Сопротивлением воздуха пренебречь.

– – –

4.1.17 На концах тележки длиной 3 м и массой 100 кг находятся два человека массы которых 70 кг и 30 кг. Как изменится положение тележки по отношению к Земле, если люди, перейдя, поменяются местами? Трением тележки о Землю пренебречь.

4.1.18 На концах однородной платформы длиной 12 м стоят два человека массами 80 кг и 60 кг. Первый проходит до середины платформы. На какое расстояние от конца тележки должен сместится второй, чтобы тележка вернулась на прежнее место? Трения нет.

4.1.19 Человек, находящийся в неподвижной лодке массой 180 кг, прыгает от носа к корме со скоростью 5 м/спод углом 30° к горизонту. Какова длина прыжка(относительно лодки) человека массой 60 кг? Трением лодки о воду пренебречь. Движение лодки считать равномерным.

Physics.spb.ru

4.2 Механическая работа. Мощность.

4.2.1^0 Может ли сила трения совершать полезную работу?

4.2.2^0 Под действием силы, направленной по движению, тело перемещается на некоторое расстояние. Одинакова ли работа данной силы при равномерном и ускоренном перемещениях тела на этом пути?

4.2.3 Тело массой 100 кг поднимают с ускорением 2,0 м/с^{2}на высоту 25 м. Какая работа совершается при подъеме тела? Какую работу совершает при этом сила тяжести?

4.2.4 При вертикальном подъеме тела массой $m = 2$ кг на высоту $h = 10$ м совершена работа $A = 240$ Дж. С каким ускорением поднимали груз?

4.2.5 Равнодействующая всех сил, действующих на тело, равна 50 Н и направлена горизонтально. Координата тела изменяется по закону $x(t) = 24 + 10t - t^2$. Какую работу совершает сила за 5 с? за 10 с? Как можно объяснить полученный результат?

4.2.6 Тело движется вдоль оси OX, направленной горизонтально. Проекция скорости этого тела на ось OX изменяется по закону $v_x(t) = 10+2t$. Какую работу совершает сила 2 Н, действующая на это тело, в течении 10 с, если она составляет угол 60° с направлением движения тела? [200 Дж]

4.2.7 Автомобиль массой 2000 кг трогается с места с ускорением 2,0 м/с^{2}и разгоняется в течении 5,0 с на горизонтальном пути. Какая работа совершается за это время, если коэффициент сопротивления 0,01? [105 кДж]

4.2.8 На тело вдоль линии движения действует сила, зависимость которой от перемещения указана на графике (см рис.2). Определить по графику характер движения и найти работу данной силы на каждом участке и на все пути.[3 Дж;9 Дж;1,5 Дж;13,5 Дж]

4.2.9 Какую работу совершает электровоз за $t = 10$ мин перемещая по горизонтальному пути состав массой $m = 3000$ т с постоянной скоростью 72 км/ч, если коэффициент трения $= 0,005$?

4.2.10 Для растяжения пружины на 4 мм необходимо совершить работу в 0,02 Дж. Какую работу нужно совершить, что растянуть эту пружину на 4 см? Какую при этом работу совершит сила упругости?

4.2.11 Сравнить работы, которые совершает человек, растягивая пружину динамометра от 0 до 10 Н, от 10 до 20 Н, от 20 до 30 Н?

4.2.12 Динамометр, рассчитанный на 40 Н, имеет пружину жесткостью 500 Н/м. Какую работу надо совершить, чтобы растянуть пружину от середины шкалы до последнего деления?

4.2.13 Чему равна работа по подъему цепи, взятой за один конец и лежащей на плоскости на высоту, равную ее длине? Длина цепи 2 м, масса 5 кг.

Physics.spb.ru

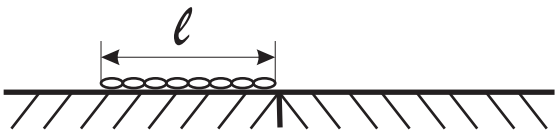

Рис. 1:

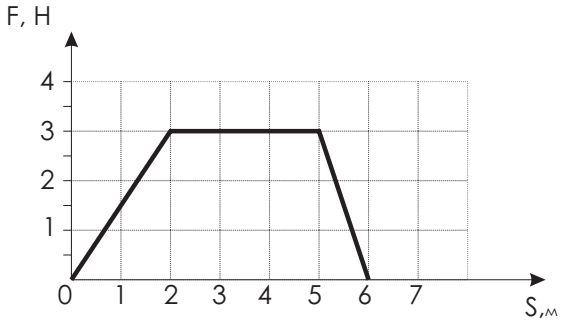

Рис. 2:

4.2.14 Цепь массой M и длиной l лежит у границы двух соприкасающихся полуплоскостей из разных материалов (см рис.1).Какую работу надо совершить, чтобы передвинуть цепь на вторую полуплоскость? Коэффициенты трения полуплоскостей с цепью соответственно равны $\mu_1, \mu 2$.

4.2.15 Какую работу надо совершить, чтобы заставить поезд массой $M = 800$ т а) увеличить свою скорость от 36 км/ч до 54 км/ч; б) остановиться при начальной скорости 72 км/ч? Сопротивлением пренебречь.

4.2.16 Льдина площадью поперечного сечения 1 м^2 и высотой 0,4 м плавает в воде. Какую работу надо совершить, чтобы полностью погрузить льдину в воду?

Physics.spb.ru

– – –

4.2.17 Какую полезную мощность развивает подъемный кран, равномерно поднимая груз массой 250 кг на высоту 15 м за 2,5 мин?

4.2.18 Автомобиль развивающий полезную мощность 55 кВт, движется по горизонтальному пути с постоянной скоростью 72 км/ч. Чему равна сила сопротивления движению? [2750Н]

4.2.19 Поезд массой $m = 1200$ т движется по горизонтальному пути с постоянной скоростью $v = 52$ м/с. Определить коэффициент сопротивления движению, если тепловоз развивает полезную тяговую мощность $N = 882$кВт.

4.2.20 Автомобиль массой $m = 1,5$ т трогается с места и двигаясь равноускоренно по горизонтальной дороге, проходит путь $S = 25$ м за $t = 5,0$ с. Определить среднюю мощность, развиваемую автомобилем на этом участке пути; мгновенную мощность, развиваемую в конце участка. Сопротивлением движению пренебречь.

4.2.21 Поезд массой 600 т равномерно поднимается в гору с уклоном 5,0 м на 1,0 км пути. Коэффициент трение $\mu = 0,002$. Определить развиваемую тепловозом мощность, при скорости движения 36 км/ч.

4.2.22 Автомобиль массой $m = 2,0$ т при выключенном моторе спускается по уклону 0,03 с постоянной скоростью $v = 15$ м/с. При какой мощности двигателя он может равномерно подниматься вверх по такому же уклону с такой же скоростью?

4.2.23 Подъемный кран поднимает груз массой $m = 5$ т на высоту $H = 15$ м. За какое время поднимается этот груз, если мощность двигателя крана 10 кВт и коэффициент полезного действия крана 0,8.

4.3 Кинетическая энергия. Теорема о кинетической энергии.

4.3.1 Скорость свободно падающего тела массой 4 кг на некотором пути увеличилась с 2 до 8 м/с. Найти работу силы тяжести на этом пути.

4.3.2 Автомобиль массой 2 т затормозил и остановился, пройдя путь 50 м. Найдите работу силы трения, кинетическую энергию в начале торможения, изменения кинетической энергии при полной остановке, если дорога горизонтальна, а коэффициент сопротивления равен 0,4.

4.3.3 Троллейбус массой 15 т трогается с места с ускорением 1,4 м/с^2. Найдите работу силы тяги и работу силы сопротивления на первых 10 м пути, если коэффициент трения равен 0,02. Какую кинетическую энергия приобрел троллейбус?

4.3.4 Электропоезд в момент выключения тока имел скорость 20 м/с. Какой путь пройдет поезд без включения тормозов до полной остановки, если коэффициент сопротивления равен 0,005.

4.3.5 Масса самосвала в 18 раз больше массы легкового автомобиля, а скорость самосвала в 6 раз меньше скорости легкового автомобиля. Сравнить кинетические энергии этих машин. Во сколько раз будет отличаться тормозной путь этих машин.

4.3.6 Камень массой m соскользнул с горки высотой h и остановился у ее подножия. Какую работу необходимо совершить, чтобы по той же траектории вернуть камень в исходную точку на горке?

4.3.7 Тело с начальной скоростью 14 м/спадает с высоты 240 м и углубляется в песок на 0,2 м. Определите среднюю силу сопротивления песка, если масса тела 1 кг. Сопротивление воздуха не учитывать.

4.3.8 Сваю массой 1000 кг забивают в грунт копром, масса которого 4000 кг. Копер свободно падает с высоты 5 м, и при каждом ударе свая опускается на глубину 5 см. Определите среднюю силу сопротивления грунта.

4.3.9 С горы высотой $h = 2$ м и основанием $b = 5$ м съезжают санки, которые затем останавливаются, пройдя по горизонтали путь $l = 35$ м от основания горы. Найти коэффициент трения, считая что он остается одинаковым и на горе и на горизонтальном пути.

Physics.spb.ru

4.4 Потенциальная энергия. Закон сохранения энергии

4.4.1 Тело брошено вертикально вверх со скоростью $v_0 = 10$ м/с. На какой высоте кинетическая энергия тела равна его потенциальной энергии?

4.4.2 Найти потенциальную и кинетическую энергию тела массой 3 кг, падающего свободно с высоты 5 м, на расстоянии 2 м от поверхности земли.

4.4.3 Начальная скорость пули 600 м/с, ее масса 10 г. Под каким углом к горизонту она вылетела из дула ружья, если ее кинетическая энергия в высшей точке траектории равна 450 Дж?

4.4.4 С башни высотой $H = 25$ м горизонтально брошен камень со скоростью $v_0 = 15$ м/с. Найти кинетическую и потенциальную энергии камня спустя одну секунду после начала движения. Масса камня $m = 0,2$ кг. Сопротивлением воздуха пренебречь.

4.4.5 Пружинное ружье выстреливает шарик вертикально вверх на высоту 30 см, если пружина сжата на 1 см. Какова начальная скорость шарика? На какую высоту поднимется шарик, если эту пружину сжать на 3 см?

4.4.6 Конькобежец, разогнавшись до скорости $v = 27$ км/ч въезжает на ледяную гору. На какую высоту H от начального уровня въедет конькобежец с разгона, если подъем горы составляет $h = 0,5$ м на каждые $s = 10$ м по горизонтали. Коэффициент трения коньков о лед $k = 0,2$.

4.4.7 Тело массой $m = 1,5$ кг, брошенное вертикально вверх с высоты $h = 4,9$ м со скоростью $v_0 = 6$ м/с, упало на землю со скоростью $v = 5$ м/с. Определить работу сил сопротивления.

4.4.8 Камень массой 50 г, брошенный под углом к горизонту с высоты 20 м над поверхностью земли со скоростью 18 м/с, упал на землю со скоростью 24 м/с. Найти работу по преодолению сил сопротивления воздуха.

4.4.9 Самолет массой $m = 10^3$ кг летит горизонтально на высоте $H = 1200$ м со скоростью $v_1 = 50$ м/с. Затем двигатель отключается, самолет переходит в планирующий полёт и достигает земли со скоростью $v_2 = 25$ м/с. Определить среднюю силу сопротивления воздуха при спуске, принимая длину списка, равной 8 км.

4.4.10 Стальной шарик массой $m = 20$ г, падая с высоты $h_1 = 1$ м на стальную плиту, отскакивая от нее на высоту $h_2 = 81$ см. Найти: а) импульс силы, действовавшей на плиту за время удара; б) количество теплоты, выделившееся при ударе.

4.4.11 Два одинаковых тела, находящиеся на поверхности Земли, получают одинаковые скорости v_0, направленные под одним и тем же острым углом α к горизонту. Одно тело летит свободно, а другое движется вверх по закреплённой гладкой наклонной плоскости, образующей с горизонтом такой же угол α. Какое из тел поднимется на большую высоту? Трением тел о воздух и наклонную плоскость пренебречь.

physics.spb.ru

4.5 Законы сохранения энергии и импульса системы тел. Удары.

4.5.1 Конькобежец массой 70 кг, стоя на коньках на льду, бросает в горизонтальному направлении камень массой 3 кг со скоростью 8 м/сотносительно поверхности земли. Найти, на какое расстояние откатится при этом конькобежец, если коэффициент трения коньков о лед 0,02?

4.5.2 Человек стоит на неподвижной тележке и бросает горизонтально камень массой 8 кг со скоростью 5 м/сотносительно земли. Определить, какую при этом человек совершает работу, если масса тележки вместе с человеком 160 кг. Трением пренебречь.

4.5.3 Винтовка массой 3 кг подвешена горизонтально на двух параллельных нитях. При выстреле в результате отдачи она отклонилась вверх на 19,6 см (см. Рис.3). Масса пули 10 г. Определить скорость с которой вылетела пуля.

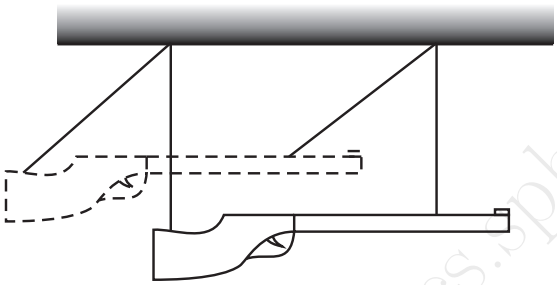

Рис. 3:

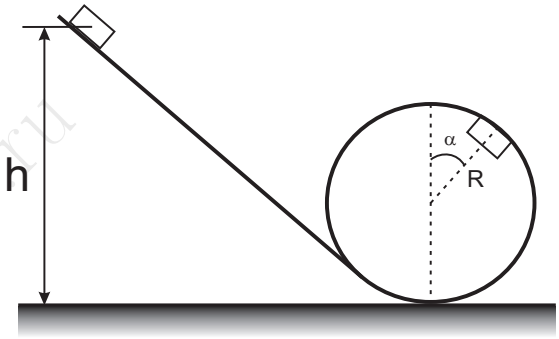

Рис. 4:

Physics.spb.ru

4.5.4 Небольшое тело массой m соскальзывает вниз по наклонному скату, переходящему в мертвую петлю радиусом R (см. Рис. 4). Трение ничтожно мало. Определить: а) какой должна быть наименьшая высота ската h, чтобы тело сделало полную петлю не выпадая; б)с какой силой при этом будет тело давить на помост в верхней и нижней точке мертвой петли; в)какую силу давления при этом производит тело на помост в точке, радиус-вектор которой составляет угол α с вертикалью.

4.5.5 Пуля, летящая горизонтально со скоростью 400 м/с, попадает в брусок, подвешенный на нити длиной 4 м и застревает в нем. Определить угол α на который отклонится брусок, если масса пули 20 г, а масса бруска 5 кг.

4.5.6 Пуля, летящая горизонтально, попадает в шар, подвешенный на легком жестком стержне, и застревает в нем. Масса пули в $n = 1000$ раз меньше массы шара. Расстояние от точки подвеса стержня до центра шара 1 м. Найти скорость пули, если известно, что стержень с шаром отклонился от удара на угол $\alpha = 10°$.

4.5.7 Пуля массой $m_1 = 10$ г, летевшая горизонтально со скоростью $v_1 = 600$ м/с, ударилась в свободно подвешенный на длинной нити деревянный брусок массой $m_2 = 0,5$ кг и застряла в нем, углубившись на 10 см. Найти работу силы сопротивления дерева движению пули. На какую глубину войдет пуля, если тот же брусок закрепить.

4.5.8 В покоящийся шар массой 1 кг, подвешенный на длинном жестком стержне, закрепленном в подвесе на шарнире, попадает пуля массой 0,01 кг. Угол между направлением полета пули и линией стержня равен $\alpha = 45°$. Удар центральный. После удара пуля застревает в шаре, и шар вместе с пулей, отклонившись, поднимается на высоту 0,12 м относительно первоначального положения. Найти скорость пули. Массой стержня пренебречь.

4.5.9 С какой начальной скоростью надо бросить вниз мяч с высоты 2 м, чтобы он подпрыгнул на высоту 4 м. Считать удар о землю абсолютно упругим.

4.5.10 Маятник представляет собой прямой тонкий стержень длиной $l = 1,5$ м, на конце которого находится стальной шар массой $M = 1$ кг. В шар попадает летящий горизонтально со скоростью $v = 50$ м/сстальной шарик массой $m = 20$ г. Определить угол максимального отклонения маятника, считая удар упругим и центральным. Массой стержня пренебречь.

4.5.11 Тело массой m_1 ударяется абсолютно неупруго о покоящееся тело массой m_2. Найти долю потерянной при этом кинетической энергии, если тело массой m_2 до удара было в состоянии покоя.

4.5.12 Два груза массами $m_1 = 10$ кг и $m_2 = 15$ кг подвешены на нитях длиной $l = 2$ м так, что соприкасаются между собой. Меньший груз был отклонен на угол $\alpha = 60°$ и отпущен. На какую высоту поднимутся оба груза после удара? Удар грузов считать неупругим. Какое количество теплоты при этом выделится?

4.5.13 Два шара подвешены на параллельных нитях одинаковой длины так, что они соприкасаются. Массы шаров $m_1 = 0,2$ кг и $m_2 = 100$ г. Первый шар отклоняют так, что его центр тяжести поднимается на высоту $h = 4,5$ см и отпускают. На какую высоту поднимутся шары после соударения, если удар: а) упругий; б) неупругий?

4.5.14 Во сколько раз уменьшится скорость атома гелия после центрального упругого столкновения с неподвижным атомом водорода, масса которого в четыре раза меньше массы атома гелия?

4.5.15 На шар лежащий на гладкой горизонтальной поверхности, налетает другой шар такого же радиуса, движущийся горизонтально. Между шарами происходит упругий центральный удар. Построить график зависимости доли переданной энергии от отношения масса шаров $\alpha = m_1/m_2$.

4.5.16 Люстра массой $m = 100$ кг подвешена к потолку на металлической цепи, длина которой $l = 5$ м. Определить высоту h, на которую можно отклонить люстру, чтобы при последующих качениях цепь не оборвалась. Известно, что разрыв цепи наступает при силе натяжения $T > 1960$ Н.

4.5.17 Шарик массой m подвешен на нерастяжимой нити. На какой минимальный угол $\alpha_{\text{мин}}$ надо отклонить шарик, чтобы при дальнейшем движении нить оборвалась, если максимально возможная сила натяжения нити $1,5mg$.

4.5.18 Маятник отклоняют в горизонтальное положение и отпускают. При каком угле α с вертикалью сила натяжения нити будет равна по величине действующей на маятник силе тяжести? Маятник считать математическим.

4.5.19 Груз массой m, привязанный к нерастяжимой нити, вращается в вертикальной плоскости. Найти максимальную разность сил натяжения нити.

4.5.20 Шарик массой M подвешен на нити. В натянутом состоянии нить расположили горизонтально и отпустили шарик. Вывести зависимость силы натяжения нити от угла, который образует в данный момент нить с горизонтальным направлением. Проверить полученную формулу, решив задачу для случая прохождения шарика через положение равновесия, при угле 90°.

4.5.21 Математический маятник длиной l и массой M отвели на угол φ_0 от положения равновесия и сообщили ему начальную скорость v_0, направленную перпендикулярно нити вверх. Найти силу натяжения нити маятника в зависимости от угла φ нити с вертикалью.

4.5.22 Шар массой 1 кг, подвешенный на нити длиной 90 см, отводят от положения равновесия на угол 60° и отпускают. В момент прохождения шаром положения равновесия в него попадает пуля массой 10 г, летящая навстречу шару (см. рисунок 5). Она пробивает его и продолжает двигаться горизонтально. Определите изменение импульса пули в результате попадания в шар, если он, продолжая движение в прежнем направлении, отклоняется на угол 39°. (Массу шара считать неизменной, диаметр шара - пренебрежимо малым по сравнению с длиной нити, $\cos 39° = 7/9$.)

Physics.spb.ru

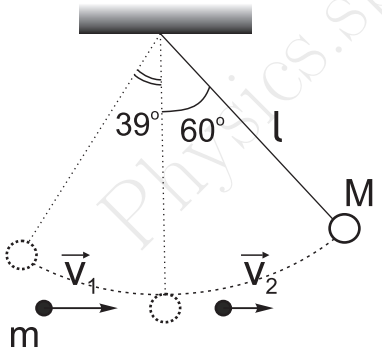

Рис. 5:

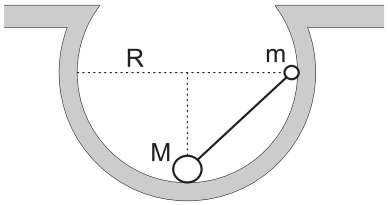

Рис. 6:

4.5.23 Небольшие шарики соединены легким стержнем и помешены в гладкую сферическую выемку радиусом $R = 20$ см. В начальный момент шарики удерживаются в положении, изображенном на рисунке 6. Когда их отпустили без толчка, шарики стали скользить по поверхности выемки. Минимальная высота, на которой оказался шарик m в процессе движения, равна 4 см от нижней точки выемки. Определите отношение масс M и m.

4.5.24 Сфера радиусом $R = 2$ м равномерно вращается вокруг вертикальной оси симметрии с частотой 30мин$^{-1}$. Внутри сферы находится шарик массой $m = 0,2$ кг. Найти высоту h, соответствующую положению равновесия шарика относительно сферы и силу реакции сферы.

4.5.25 Небольшое тело скользит с вершины сферы вниз. На какой высоте h от вершины тело оторвется от поверхности сферы радиусом R? Трением пренебречь.