



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
Общеобразовательный предмет/ комплекс предметов: Физика
2010-2011 учебный год

Вариант I (9 кл).

ЗАДАЧА № 1.

К противоположным стенам комнаты (шириной $L=3\text{м}$) прикрепили на одном уровне концы легкого резинового троса такой же длины L . Затем к середине троса подвесили груз и аккуратно отпустили. В итоге груз «просел» на «глубину» $h=2\text{м}$ относительно исходного уровня. Какой окажется длина троса (L^*), если один его конец закрепить на потолке, а к другому подвесить тот же груз? Считать, что груз не касается пола.

ЗАДАЧА № 2.

Из картонного прямоугольника произвольного размера вырезан прямоугольник меньшего размера так, что один угол (отрезанный) у них совпадает (см. рисунок). Соотношение сторон у вырезанного прямоугольника также произвольно. Пользуясь только карандашом и линейкой (без делений) и не прибегая к измерениям и расчетам, требуется построением найти центр масс получившейся фигуры. Дать общий алгоритм построения.



ЗАДАЧА № 3.

На столе стоит тонкостенная цилиндрическая муфта (иными словами – отрезок трубы). Все размеры муфты и коэффициент трения между ней и столом считать известными. Стол начинают медленно наклонять. При некотором угле наклона муфта начнет двигаться. Ответьте на 2 не связанных друг с другом вопроса:

- С чего начнется движение – со скольжения или с опрокидывания? Дать критерий!
- Пусть движение муфты началось со скольжения. Сможет ли муфта при дальнейшем движении опрокинуться, если наклон стола продолжают увеличивать? Если да, то при каком угле наклона это произойдет? Размеры стола считать неограниченными.

ЗАДАЧА № 4.

Тонкий обруч радиусом R и массой m сделан из хрупкого материала. Материал этот практически не деформируется от механических нагрузок вплоть до достижения ими предела прочности, при котором сразу же разрушается. Хуже всего он сопротивляется растягивающим усилиям. Если, например, из подобных обручей сделать цепь и подвесить ее за крайнее звено к потолку, то она разорвется под собственной тяжестью, когда количество звеньев превысит некоторое конкретное число. Найти это число (N_0) по результатам следующего эксперимента. При скатывании такого обруча без проскальзывания с наклонной плоскости, он остается целым, если начинает движение с высоты H_0 или меньшей. Если же старт начинается выше, то обруч, не успев доехать до конца, разрывается силами инерции.

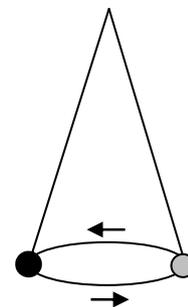
ЗАДАЧА № 5.

Два приятеля занимаются стрельбой из пневматического ружья по «летающим тарелкам». Один из них выбрасывает из окна верхнего этажа различные ненужные предметы, а другой с земли (стоя под этим окном) пытается их сбить. Стрелок всегда держит ствол под углом $\alpha = \arctg(5/12)$ к вертикали и на каждый бросок мгновенно реагирует выстрелом. Напарник

выбрасывает «тарелки» с различной скоростью, но всегда вверх под одним и тем же углом к горизонту $\alpha = \arctg(3/4)$. При какой скорости выбрасывания «тарелки» (V^*) происходит попадание, если скорость вылета пули из ружья $V_0 = 26$ м/с. Сколько времени (T) «живет» и на каком расстоянии (L) от дома «гибнет» подбитая «тарелка», если она вылетает с высоты $h = 33$ м над стрелком? Сопротивлением воздуха пренебречь.

ЗАДАЧА № 6.

На пружине жесткостью $k = 100$ Н/м к потолку подвесили груз массой $m = 8$ кг и раскрутили его в горизонтальной плоскости так, что он начал ходить по кругу, а пружина – описывать коническую поверхность (см. рисунок). В самом конце процесса, когда движение груза почти затухло и угол пружины с вертикалью стал исчезающе малым, период обращения груза по окружности асимптотически подошел к значению $T = \pi$ секунд. Чему равна длина пружины (L_0) в ненапряженном состоянии?



ЗАДАЧА № 7.

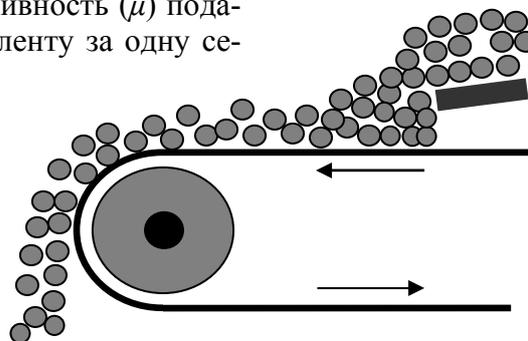
На снегу стоят санки массой $M = 10$ кг. На них лежит коробка массой $m = 5$ кг. Известны коэффициенты трения санок о снег ($\mu_0 = 0,1$) и о коробку ($\mu_1 = 0,7$). С какой горизонтальной силой (F) надо тянуть коробку, чтобы сдернуть ее с санок?

ЗАДАЧА № 8.

Погрузка песка в различные емкости осуществляется с ленты транспортера, которая движется горизонтально и равномерно со скоростью $V_0 = 2$ м/с. Песок вертикально падает из бункера на ленту и быстро на ней «успокаивается». Интенсивность (μ) подачи песка, т.е. количество песка, падающего на ленту за одну секунду составляет $\mu = 50$ кг/с.

Найти следующие параметры:

- силу (F), с которой мотор тянет ленту транспортера;
- мощность (W_0), потребляемую мотором, принимая его КПД за 100%;
- выделяемую в песке и ленте тепловую мощность (W_T), считая, что песок падает из бункера на ленту с высоты $h = 20$ см.



ЗАДАЧА № 9.

Из картона вырезан произвольный неравносторонний треугольник ABC с тупым углом α при вершине «А» ($90^\circ < \alpha < 180^\circ$). Может ли его тень ($A^*B^*C^*$) от солнца на плоской поверхности иметь вид прямоугольного равнобедренного треугольника с прямым углом α^* (тень угла α)? Дать алгоритм (если «да») или доказать невозможность (если «нет»).



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
Общеобразовательный предмет/ комплекс предметов: Физика
2010-2011 учебный год

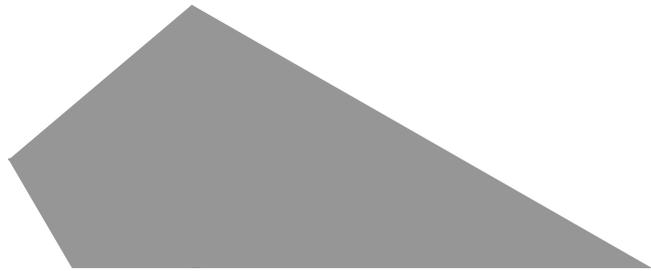
Вариант II (9 кл)

ЗАДАЧА № 1.

К противоположным стенам комнаты (шириной $L=4\text{м}$) прикрепили на одном уровне концы легкого резинового троса такой же длины L . Затем к середине троса подвесили груз и аккуратно отпустили. В итоге груз «просел» на «глубину» $h=1,5\text{м}$ относительно исходного уровня. Какой окажется длина троса (L^*), если один его конец закрепить на потолке, а к другому подвесить тот же груз? Считать, что груз не касается пола.

ЗАДАЧА № 2.

Из картона вырезан выпуклый четырехугольник с произвольным соотношением сторон (например, как на рисунке, или любой другой). У него нужно построением найти центр масс, пользуясь для этого только карандашом, циркулем и линейкой (без делений) и не прибегая к измерениям и расчетам. Дать общий алгоритм построения.



ЗАДАЧА № 3.

На столе стоит сплошной цилиндр. Все размеры цилиндра и коэффициент трения между ним и столом считать известными. Стол начинают медленно наклонять. При некотором угле наклона цилиндр придет в движение. Ответьте на 2 не связанных друг с другом вопроса:

- С чего начнется движение – со скольжения или с опрокидывания? Дать критерий!
- Пусть движение цилиндра началось со скольжения, а наклон стола продолжают увеличивать. Сможет ли цилиндр при дальнейшем движении опрокинуться? Если да, то при каком угле наклона это произойдет? Размеры стола считать неограниченными.

ЗАДАЧА № 4.

Тонкий обруч радиусом R и массой m сделан из хрупкого материала. Материал этот практически не деформируется от механических нагрузок вплоть до достижения ими предела прочности, при котором сразу же разрушается. Хуже всего он сопротивляется растягивающим усилиям. Если, например, из подобных обручей сделать цепь и подвесить ее за крайнее звено к потолку, то она разорвется под собственной тяжестью, когда количество звеньев превысит число N_0 . Если такой обруч свободно скатывать с наклонной плоскости (без проскальзывания), то его прочность на разрыв накладывает конкретные ограничения на высоту старта. Если старт начинается выше некоторого определенного уровня, то обруч, не успев доехать до конца, разрывается силами инерции. Найти этот уровень (H_0).

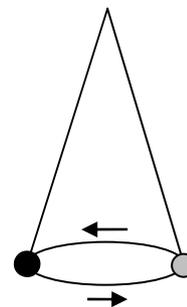
ЗАДАЧА № 5.

Два приятеля занимаются стрельбой из рогатки по «летающим тарелкам». Один из них выбрасывает из окна верхнего этажа различные ненужные предметы, а другой с земли (стоя под этим окном) пытается их сбить. Стрелок всегда держит прицел под углом $\alpha = \arctg(3/4)$ к вертикали и на каждый бросок мгновенно реагирует выстрелом. Напарник выбрасывает «та-

релки» с различной скоростью, но всегда вверх под одним и тем же углом к горизонту $\alpha = \arctg(7/24)$. При какой скорости выбрасывания «тарелки» (V^*) происходит попадание, если скорость вылета камня из рогатки $V_0 = 20$ м/с. Сколько времени (T) «живет» и на каком расстоянии (L) от дома «гибнет» подбитая «тарелка», если ее бросают с высоты $h = 24$ м над стрелком? Сопротивлением воздуха пренебречь.

ЗАДАЧА № 6.

Пружина жесткостью $k = 40$ Н/м имеет длину в ненапряженном состоянии $L_0 = 2$ м. На ней к потолку подвесили груз массой $m = 2$ кг и раскрутили его в горизонтальной плоскости так, что он начал ходить по кругу, а пружина – описывать коническую поверхность (см. рисунок). Чему будет равен период (T) обращения груза в самом конце процесса, когда его движение почти затухнет и угол пружины с вертикалью станет исчезающе малым?



ЗАДАЧА № 7.

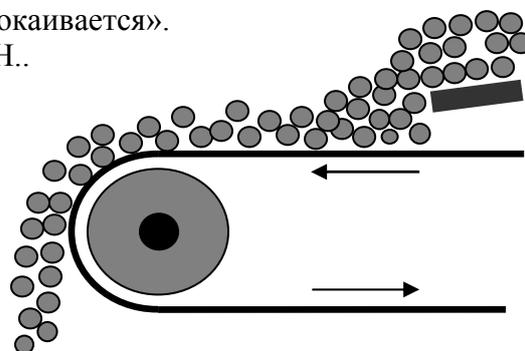
На снегу стоят санки (без спинки) массой $M = 10$ кг. На них лежит коробка массой $m = 5$ кг. Известны коэффициенты трения санок о снег ($\mu_0 = 0,1$) и о коробку ($\mu_1 = 0,7$). С какой горизонтальной силой (F) надо тянуть санки, чтобы выдернуть их из-под коробки?

ЗАДАЧА № 8.

Погрузка песка в различные емкости осуществляется с ленты транспортера, которая движется горизонтально и равномерно со скоростью $V_0 = 2$ м/с. Песок вертикально падает из бункера на ленту и быстро на ней «успокаивается». Мотор тянет ленту с постоянной силой $F = 160$ Н..

Найти следующие параметры:

- интенсивность (μ) подачи песка на ленту, т.е. количество песка, падающего из бункера за 1 секунду ($[\mu] = \text{кг/с}$);
- мощность (W_0), потребляемую мотором, принимая его КПД за 100%;
- выделяемую в песке и ленте тепловую мощность (W_T), считая, что песок падает на ленту из бункера с высоты $h = 20$ см.



ЗАДАЧА № 9.

Из картона вырезан произвольный остроугольный неравнобедренный треугольник. Может ли его тень от солнца на плоской поверхности иметь вид прямоугольного равнобедренного треугольника с прямоугольной тенью от любого из углов? Дать алгоритм (если ответ: «да») или доказать невозможность (если ответ: «нет»).



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
Общеобразовательный предмет/ комплекс предметов: Физика
2010-2011 учебный год

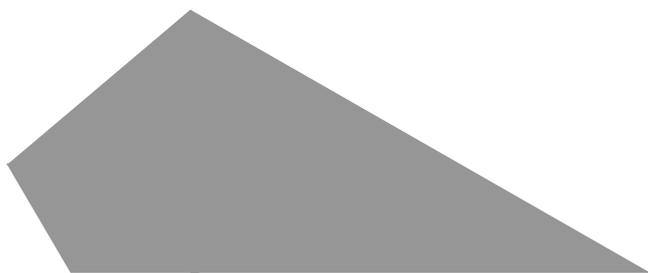
Вариант III (9 кл).

ЗАДАЧА № 1.

Скорость подъема лифта $V = 4$ м/с. Разгон до этой скорости и торможение до полной остановки происходят с одинаковым по модулю ускорением $a = 1$ м/с². Какое время потребуется лифту для подъема с нулевой отметки на высоту $h = 60$ м? Нарисовать графики зависимости от времени высоты $h(t)$, скорости $V(t)$ и ускорения $a(t)$, указав на этих графиках параметры всех «ключевых» точек.

ЗАДАЧА № 2.

Из картона вырезан выпуклый четырехугольник с произвольным соотношением сторон (например, как на рисунке, или любой другой). У него нужно построением найти центр масс, пользуясь для этого только карандашом, циркулем и линейкой (без делений) и не прибегая к измерениям и расчетам. Дать общий алгоритм построения.

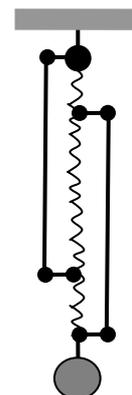


ЗАДАЧА № 3.

На полу лежит ящик весом $P=200$ Н. Мальчик собирается тащить этот ящик по полу, привязав к нему резиновый трос жесткостью $k = 360$ Н/м. Какую минимальную (E_{\min}) энергию должен затратить мальчик, чтобы сдвинуть ящик с места, потянув за резиновый трос? Коэффициент трения между полом и ящиком $\mu = 3/4$.

Задача № 4

К потолку подвешена пружина жесткостью $k=400$ Н/м. В ненапряженном состоянии она имеет длину $L = 1$ м. Концы пружины соединены легкими жесткими скобами длиной $l = 60$ см с соответствующими витками пружины (см. рисунок). Иными словами, расстояние между любым концом пружины и звеном, удаленным от этого конца на расстояние 60см, остается неизменным даже под нагрузкой. К нижнему звену пружины подвесили груз массой $m = 10$ кг. Какой станет длина (L^*) пружины?

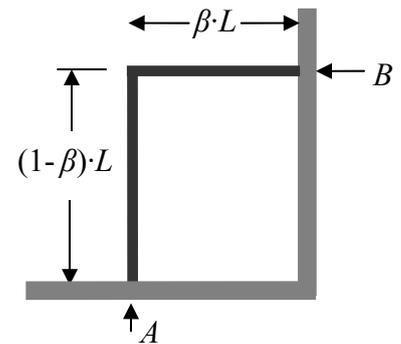


ЗАДАЧА № 5.

Гладкий шар со скоростью $V_0 = 3,4$ м/с налетает на *точно такой же* неподвижный шар. После их абсолютно упругого столкновения второй шар начинает движение под углом $\alpha = \arctg(8/15)$ к первоначальному направлению первого шара. Определите скорости (V_1 и, соответственно, V_2) обоих шаров после столкновения.

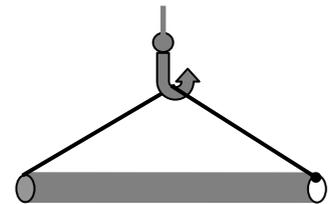
ЗАДАЧА № 6.

Тонкий однородный стальной прут длиной L согнут под прямым углом в точке, отстоящей от одного из его концов на расстояние $l = \beta \cdot L$ ($0 < \beta < 1$). Получившийся крюк в виде буквы «Г» поставлен одним концом на пол в точке «А», а другим уперт в гладкую стенку в точке «В», как показано на рисунке. Коэффициент трения между полом и стержнем μ . Найти максимальную длину верхней (горизонтальной) части прута (т.е. максимальную величину параметра β), которая позволит ему оставаться в данном положении, не соскользнув по полу. Считать, что движение возможно только в плоскости рисунка.



ЗАДАЧА № 7.

Стальную трубу массой $m = 80$ кг и длиной $l = 3$ м поднимают при помощи легкого троса длиной $L = 3,4$ м с крюками на обоих концах. Крюки цепляют за концы трубы, а середину троса тянут вверх так, что обе его половины вместе с трубой образуют равнобедренный треугольник (см. рисунок). Определить натяжение (T) троса.

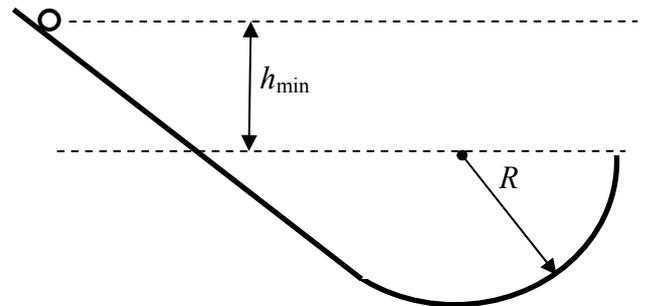


ЗАДАЧА № 8.

Пружина жесткости k зажата между двумя телами. После одновременного отпускания тел и до момента полного распрямления пружины тела прошли расстояния соответственно x_1 и x_2 . Найти кинетическую энергию каждого из тел.

ЗАДАЧА № 9.

Наклонная плоскость внизу плавно переходит в круглый желоб (дугу окружности радиусом R) так, что в конечной точке касательная к этой дуге направлена вертикально (см. рисунок). Тонкий обруч радиусом $r \ll R$ скатывают с наклонной плоскости так, чтобы он вылетел из желоба. С каким минимальным превышением над краем желоба (h_{\min}) нужно выбрать точку старта, чтобы при вылете обруч не проскальзывал по поверхности желоба. Коэффициент трения между ними μ . Считать, что на наклонной плоскости скатывание происходит без проскальзывания.





САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
Общеобразовательный предмет/ комплекс предметов: Физика
2010-2011 учебный год

Вариант IV (9 кл.).

ЗАДАЧА № 1

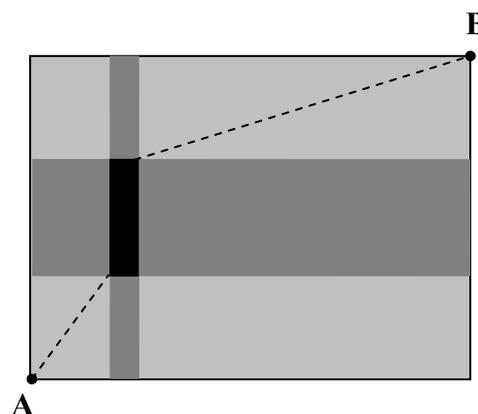
Маленький муравей находится на плоскости XU в начале координат (точка «А» на рисунке). Ему нужно попасть в точку «В» с координатами ($X=160\text{см}$; $Y=120\text{см}$). Муравей может перемещаться по плоскости со скоростью $V = 1\text{см/с}$ везде, кроме (см. рисунок) зоны двух пересекающихся полос:

$$(30\text{см} < X < 40\text{см}) \text{ и } (40\text{см} < Y < 80\text{см}).$$

По этим полосам разлито вязкое масло. Скорость муравья на них (V^*) столь низка, что он инстинктивно переползает эти полосы всегда строго перпендикулярно их границам. Зона взаимного перекрытия полос (черный прямоугольник) для него вообще непреодолима.

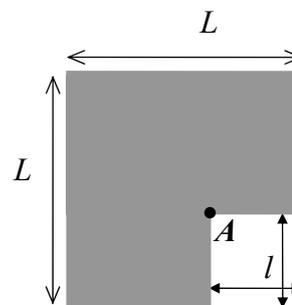
Муравей для достижения цели избрал самый простой и естественный путь (штриховая линия на рисунке): из точки «А» он по прямой достиг угла «запретной зоны», обогнул ее по периметру (безразлично – слева или справа) и далее направился по прямой к точке «В». На этот путь у него ушло время T_0 .

Указать муравью наибыстрейший для него путь из «А» в «В» и сообщить, какой выигрыш времени (по сравнению с T_0) дает ему этот путь.



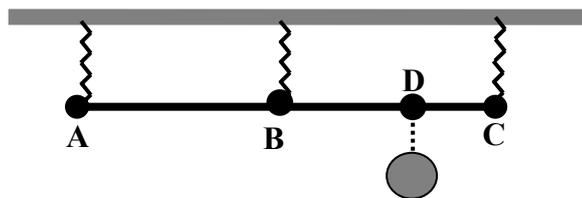
ЗАДАЧА № 2.

Из тонкой однородной пластины (например, картонной или металлической) вырезан **квадрат** со стороной L . От этого квадрата отрезают меньший **квадрат**, включающий в себя один из углов исходного (см. рисунок). Какой должна быть сторона отрезанного квадрата (l), чтобы центр масс **оставшейся фигуры** оказался в точке «А», т.е. совпал с вершиной ее внутреннего угла?



ЗАДАЧА № 3

Легкий жесткий стержень «АС» длиной L подвешен к потолку (см. рисунок) на трех одинаковых вертикальных пружинах, которые подсоединены к его концам (точки «А» и «С») и к центру (точка «В»). Т.о., изначально стержень находится в горизонтальном положении. Затем в некоторой точке «D» к нему подвешивают груз, в результате чего стержень отклоняется от горизонтали на малый угол. Определить расстояние (l_{CD}) между точками стержня «С» и «D», если точка «А» не изменила своего положения.



ЗАДАЧА № 4.

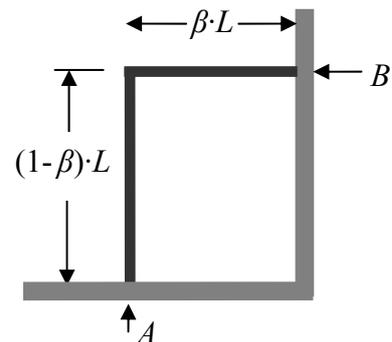
На полу лежит ящик весом $P=200\text{Н}$. Мальчик собирается тащить этот ящик по полу, привязав к нему резиновый трос жесткостью $k=360\text{Н/м}$. Какую минимальную энергию (E_{\min}) должен затратить мальчик, чтобы сдвинуть ящик с места, потянув за резиновый трос? Коэффициент трения между полом и ящиком $\mu=3/4$.

ЗАДАЧА № 5.

Гладкий шар со скоростью $V_0=3,4\text{м/с}$ налетает на **точно такой же** неподвижный шар. После их абсолютно упругого столкновения второй шар начинает движение под углом $\alpha=\arctg(8/15)$ к первоначальному направлению первого шара. Определить скорости (V_1 и, соответственно, V_2) обоих шаров после столкновения.

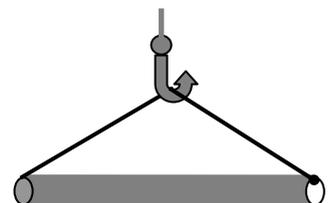
ЗАДАЧА № 6.

Тонкий однородный стальной прут длиной L согнут под прямым углом в точке, отстоящей от одного из его концов на расстояние $l=\beta\cdot L$ ($0<\beta<1$). Получившийся крюк в виде буквы «Г» поставлен одним концом на пол в точке «А», а другим уперт в **гладкую** стенку в точке «В», как показано на рисунке. Коэффициент трения между полом и стержнем μ . Найти максимальную длину верхней (горизонтальной) части прута (т.е. максимальную величину параметра β), которая позволит ему оставаться в данном положении, не соскользнув по полу. Считать, что движение возможно только в плоскости рисунка.



ЗАДАЧА № 7.

Стальную трубу массой $m=80\text{кг}$ и длиной $l=3\text{м}$ поднимают при помощи легкого троса длиной $L=3,4\text{м}$ с крюками на обоих концах. Крюки цепляют за концы трубы, а середину троса тянут вверх так, что обе его половины вместе с трубой образуют равнобедренный треугольник (см. рисунок). Определить натяжение (T) троса.



ЗАДАЧА № 8.

Пружина жесткости k зажата между двумя телами. После одновременного отпущения тел и до момента полного распрямления пружины тела прошли расстояния соответственно x_1 и x_2 . Найти кинетическую энергию каждого из тел.

ЗАДАЧА № 9.

Наклонная плоскость внизу плавно переходит в круглый желоб (дугу окружности радиусом R) так, что в конечной точке касательная к этой дуге направлена вертикально (см. рисунок). Тонкий обруч радиусом $r\ll R$ скатывают с наклонной плоскости так, чтобы он вылетал из желоба. С каким минимальным превышением над краем желоба (h_{\min}) нужно выбрать точку старта, чтобы при вылете обруч не проскальзывал по поверхности желоба. Коэффициент трения между ними μ . Считать, что на наклонной плоскости скатывание происходит без проскальзывания.

