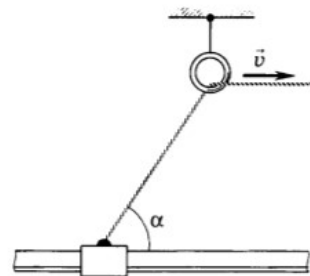
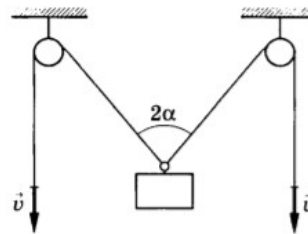


1. Кинематическое описание движения

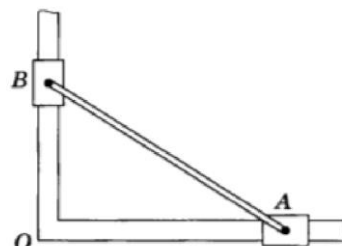
1.1. К ползуну, который может перемещаться по направляющей рейке (рис.), прикреплен шнур, продетый через кольцо. Шнур выбирают со скоростью v . С какой скоростью u движется ползун в момент, когда шнур составляет с направляющей угол α ?



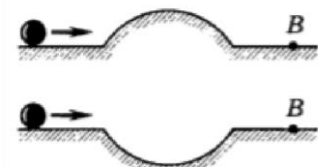
1.2. Рабочие, поднимающие груз (рис.), тянут канаты с одинаковой скоростью v . Какую скорость u имеет груз в тот момент, когда угол между канатами, к которым он прикреплен, равен 2α ?



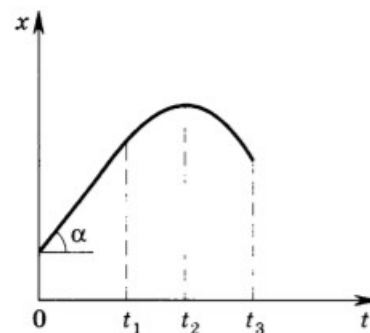
1.3. Стержень длиной $l=1$ м шарнирно соединен с муфтами А и В, которые перемещаются по двум взаимно перпендикулярным рейкам (рис.). Муфта А движется с постоянной скоростью $v_A=30$ см/с. Найти скорость v_B муфты В в момент, когда $\angle OAB=60^\circ$. Приняв за начало отсчета времени момент, когда муфта А находилась в точке О, определить расстояние ОВ и скорость муфты В как функции времени.



1.4. Два шарика начали одновременно и с одинаковой скоростью двигаться по поверхностям, имеющим форму, изображенную на рис. Сравнить скорости и время движения шариков к моменту их прибытия в точку В. Трением пренебречь.



1.5. На рис. Представлен график зависимости координаты тела от времени. После момента времени $t=t_1$ кривая графика – парабола. Указать характер движения тела. Построить график зависимости скорости тела от времени.



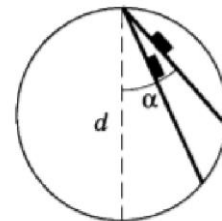
1.6. За какую секунду от начала движения путь, пройденный телом при равноускоренном движении, втрое больше пути, пройденного за предыдущую секунду, если движение происходит без начальной скорости?

1.7. Реактивный самолет летит со скоростью $v_0=720$ км/ч. С некоторого момента самолет движется с ускорением в течение $t=10$ с и за последнюю секунду проходит путь $s=295$ м. Определить ускорение a и конечную скорость самолета v .

1.8. По наклонной доске пустили катиться снизу вверх шарик. На расстоянии $l=30$ см от начала пути шарик побывал дважды: через $t_1=1$ с и через $t_2=2$ с после начала движения. Определить начальную скорость v_0 и ускорение a движения шарика, считая его постоянным.

1.9. Аэростат поднимается с земли вертикально вверх с ускорением $a=2$ м/с². Через $\tau=5$ с от начала его движения из него выпал предмет. Через какой промежуток времени t это предмет упадет на землю?

1.10. Камень бросают горизонтально с вершины горы, имеющей уклон α . С какой скоростью v_0 должен быть брошен камень, чтобы он упал на гору на расстоянии L от вершины?



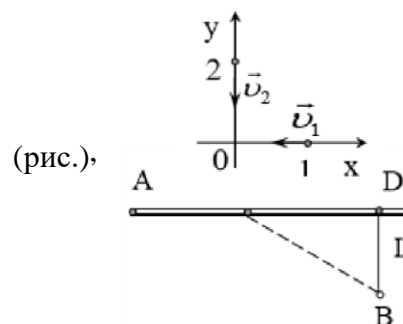
1.11. Из точки, лежащей на верхнем конце вертикального диаметра d некоторой окружности по желобам, установленным вдоль различных хорд этой окружности, одновременно начинают скользить без трения грузы (рис.). Определить, через какое время t каждый груз достигнет окружности. Как это время зависит от угла наклона хорды к вертикали?

1.12. Начальная скорость брошенного камня $v_0=10$ м/с, а спустя промежуток времени $t=0,5$ с скорость камня стала равной $v=7$ м/с. На какую максимальную высоту над начальным уровнем поднимется камень?

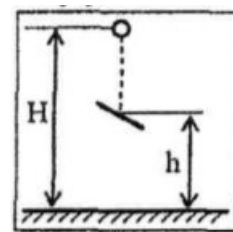
1.13. Упругое тело падает с высоты h на наклонную плоскость. Определить, через какое время t после отражения тело упадет на наклонную плоскость. Как это время зависит от угла наклонной плоскости?

1.14. Глубину колодца хотят измерить с точностью 5%, бросая камень и замечая время τ , через которое будет слышен всплеск. Начиная с какого значения τ необходимо учитывать время прохождения звука? Скорость звука в воздухе $v=330$ м/с.

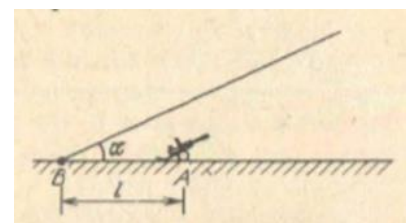
1.15. Точки 1 и 2 движутся равномерно по осям x и y . В момент времени $t=0$ координата точки 1 $x_0=2$ м, а координата точки 2 $y_0=4$ м. Первая точка движется со скоростью $v_1=1$ м/с, а вторая со скоростью $v_2=5$ м/с. Найдите наименьшее расстояние.



1.16. Из пункта А, находящегося на шоссе необходимо за кратчайшее время попасть на машине в пункт В, расположенный на поле на расстоянии L от шоссе. Известно, что скорость машины по полю в два раза меньше, чем скорость по шоссе. На каком расстоянии от точки Д следует свернуть на шоссе?



1.17. Тело падает на землю с высоты H без начальной скорости. На высоте $h=0,5H$ тело встречает на своем пути площадку, закрепленную под углом $\alpha=45^\circ$. В результате удара направление скорости тела становится горизонтальным. Найдите время падения тела на землю с высоты H .

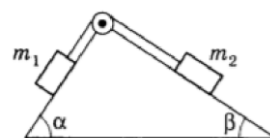


1.18. Артиллерийское орудие стреляет из-под укрытия, наклоненного под углом α к горизонту (рис.). Орудие находится в точке А на расстоянии l от основания укрытия (точка В). Начальная скорость снаряда равна v_0 , траектория снаряда лежит в плоскости рисунка. Определите максимальную дальность полета снаряда

L_{\max} .

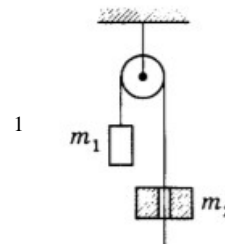
2. Динамика материальной точки. Законы Ньютона. Центр масс.

2.1 Через невесомый блок, укрепленный на ребре призмы, грани которой образуют углы α и β с горизонтом, перекинута нить (рис.). К концам нити прикреплены грузы массами m_1 и m_2 . Найти ускорения грузов и силу натяжения нити. Трением пренебречь.



2.2 На цилиндр массой M намотана нить. Затем цилиндр отпускают, а нить тянут вверх так, что центр массы цилиндра остается при разматывании нити на одной и той же высоте. Чему равна сила натяжения нити?

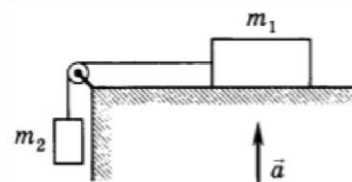
2.3 Через легкий вращающийся без трения блок перекинут шнурок. На одном конце шнурка привязан груз массой m_1 . По другому концу шнура может скользить кольцо о шнурок?



А) С каким ускорением a движется кольцо, если груз массой m неподвижен? Чему равна сила трения $F_{\text{тр}}$ кольца о шнурок?

Б) Кольцо соскальзывает с постоянным относительно шнурка ускорением a_2 . Найти ускорение a_1 груза массой m_1 и силу трения $F_{\text{тр}}$ кольца о шнурок. Груз m_1 опускается.

2.4 Система из двух грузов массами m_1 и m_2 (рис.) находится в лифте, движущемся с ускорением a , направленным вверх. Найти силу натяжения T нити, если коэффициент трения между грузом массой m_1 и опорой равен k . Изменится ли состояние движения (или покоя) грузов, если направление ускорение лифта изменить на противоположное?



2.5 Шарик всплывает с постоянной скоростью в жидкости, плотность которой в четыре раза больше плотности материала шарика. Определить силу сопротивления жидкости при движении в ней шарика, считая ее постоянной. Масса шарика 10 г.

2.6 Катер массой $m = 2$ Т трогается с места и в течение времени $\tau = 10$ с развивает при движении по спокойной воде скорость $v = 4$ м/с. Определить силу тяги F мотора, считая ее постоянной. Принять силу сопротивления F_c движению пропорциональной скорости, коэффициент сопротивления $k = 100$ кг/с.

2.7 Парашютист, масса которого $m = 80$ кг, совершает затяжной прыжок. Считая, что сила сопротивления воздуха пропорциональна скорости, определить, через какой промежуток времени τ скорость движения парашютиста будет равна 0,9 от скорости установившегося движения. Коэффициент сопротивления $k = 10$ кг/с. Начальная скорость парашютиста равна нулю.

2.8 Акробат на мотоцикле описывает «мертвую петлю» радиусом $r = 4$ м. С какой наименьшей скоростью v_{min} должен проезжать акробат верхнюю точку петли, чтобы не сорваться?

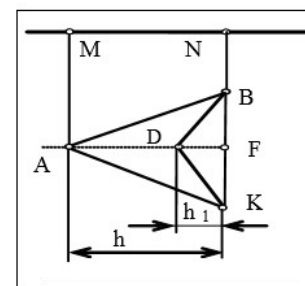
2.9 За какое время t тело соскользнет с наклонной плоскости высотой h , наклоненной под углом α к горизонту, если по наклонной плоскости с углом наклона β оно движется равномерно?

2.10 Сосуд с жидкостью вращается с частотой $n = 2 \text{ с}^{-1}$ вокруг вертикальной оси. Поверхность жидкости имеет вид воронки. Чему равен угол φ наклона поверхности жидкости в точках, лежащих на расстоянии $r = 5 \text{ см}$ от оси?

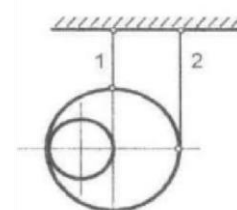
2.11 Тонкое однородное медное кольцо радиусом $R = 10 \text{ см}$ вращается относительно оси, проходящей через центр кольца с угловой скоростью $\omega = 10 \text{ рад/с}$. Определить нормальное напряжение σ , возникающее в кольце, если ось вращения перпендикулярна плоскости кольца.

2.12 Тележка массой M может катиться без трения по горизонтальному пути. У заднего края тележки лежит брусок массой m . Коэффициент трения между бруском и тележкой k . К бруску приложена горизонтальная сила F , достаточная для того, чтобы брусок начал скользить. Через какое время t брусок упадет с тележки, если длина ее l (рис.)? При какой минимальной силе F_0 брусок начнет скользить?

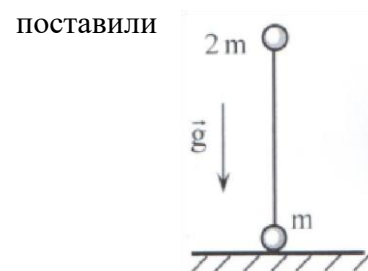
2.13 Однородную тонкую пластину $ABDK$ массы m , подвесили за углы A и B на двух невесомых нитях AM и BN (рис.) так, что ее ось симметрии AF расположена горизонтально. Пренебрегая массой нитей, найдите силу натяжения T нити BN , если $h = 6h_1$.



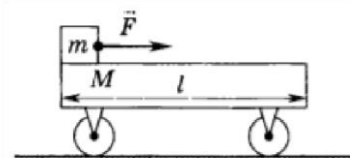
2.14 Диск радиусом R и первоначальной массой M подвешен, как показано на рисунке. Определите силы натяжения нитей.



2.15 На гладкую горизонтальную поверхность вертикально гантельку (рис.) длины l , состоящую из невесомого жесткого стержня с двумя маленькими шариками на концах, массы которых $2m$ и m . Гантельку отпускают без начальной скорости и она начинает падать. Найдите скорость, с которой верхний шарик коснется горизонтальной поверхности, и величину перемещения нижнего шарика к этому моменту времени. Трением пренебречь.



2.16 Груз 1 массы m подвешен через пружину жесткости k на нерастяжимой нити, перекинутой через блок, соединенной с бруском 2, лежащим на горизонтальной плоскости. В начальный момент груз m удерживается так, что пружина находится в ненапряженном состоянии, затем его отпускают без начальной скорости. Найдите минимальную массу бруска 2, при которой он ещё будет оставаться неподвижным.



Коэффициент трения между бруском 2 и плоскостью равен μ . Массой пружины, нити, блока и трением в нём пренебречь.

3. Работа, мощность и энергия.

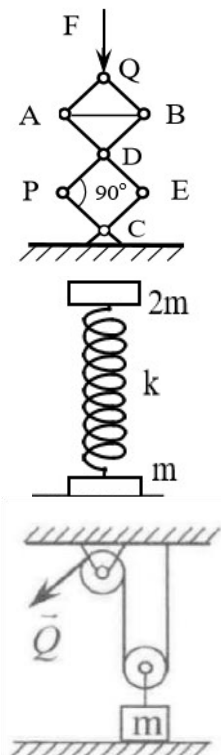
- 3.1 Чему равна работа A по подъему цепи, взятой за один конец и лежащей на плоскости, на высоту, равную ее длине? Длина цепи $l = 2$ м, масса $m = 5$ кг.
- 3.2 Оконная шторка массой $M = 1$ кг и длиной $l = 2$ м свертывается на тонкий валик наверху окна. Какая при этом совершается работа? Трением пренебречь.
- 3.3 Двигатель с полезной мощностью 15 кВт, установленный на автомобиле, может сообщить ему при движении по горизонтальному участку дороги со скоростью 90 км/ч. Тот же двигатель, установленный на моторной лодке, обеспечивает ей скорость не выше 15 км/ч. Определить силу сопротивления F_c движению автомобиля и моторной лодки при заданных скоростях.
- 3.4 Локомотив, работая с постоянной мощностью, может везти поезд массой $M = 2000$ т вверх по уклону $\alpha_1 = 0,005$ со скоростью $v_1 = 30$ км/ч или по уклону $\alpha_2 = 0,0025$ со скоростью $v_2 = 40$ км/ч. Определить модуль силы сопротивления F_c , считая ее постоянной.
- 3.5 Пуля, летящая с определенной скоростью, углубляется в стенку на расстояние $l_1 = 10$ см. На какое расстояние l_2 углубляется в ту же стенку пуля, которая будет иметь скорость вдвое большую?
- 3.6 Поезд массой $M = 2000$ т, трогаясь с места с ускорением $a = 0,2$ м/с², достигает нужной скорости через $t = 1$ мин, после чего движется равномерно. Определить мощность тепловоза при установившемся движении, если коэффициент сопротивления $k = 0,005$.
- 3.7 Ракета массой M с работающим двигателем неподвижно «зависла» над Землей. Скорость вытекающих газов u . Определить мощность двигателя.
- 3.8 Какую работу совершит сила $F = 30$ Н, подняв по наклонной плоскости груз массой $m = 2$ кг на высоту $h = 2,5$ м с ускорением $a = 10$ м/с²? Сила действует параллельно наклонной плоскости. Трением о плоскость пренебречь.
- 3.9 Автомобиль с полностью включенными тормозами (колеса не вращаются) может удержаться на склоне горы уклоном до 23° . Каков тормозной путь автомобиля s при торможении на горизонтальной дороге при скорости движения 10 м/с? Коэффициент сцепления колес с грунтом на склоне горы и на дороге одинаков.
- 3.10 Найти мощность воздушного потока, имеющего поперечное сечение в виде круга диаметром $d = 18$ м и текущего со скоростью $v = 12$ м/с. Плотность воздуха (н.у.) $\rho = 1,3$ кг/м³.
- 3.11 С какой силой T натянут трос АВ (рис.), если на систему шарнирно скрепленных стержней действует вертикально направленная сила F . Сплошные стержни АЕ и ВР шарнирно соединены посередине так, что $AC=CB=AD=DE=DB=DP=PQ=EQ$. Массой стержней и троса пренебречь.

3.12 Шарик падает на пол с высоты H и многократно отскакивает от него (рис.). Полагая, что при каждом отскоке скорость шарика уменьшается в 1,5 раза, определите путь, пройденный шариком от начала падения до остановки. Сопротивлением воздуха пренебречь.

3.13 Система, состоящая из двух шайб (рис.), прочно соединенных пружиной жесткости k , стоит неподвижно на горизонтальном столе. Масса нижней шайбы равна m , а верхней $2m$. Найдите величину Δl , на которую нужно опустить верхнюю шайбу, чтобы после ее освобождения нижняя шайба подскочила. Массой пружины и силами трения пренебречь.

3.14 С помощью системы из подвижного и неподвижного блоков (рис.) поднимают с поверхности земли груз массой $m=15$ кг. За

какое время груз достигнет высоты $H=1,1$ м, если веревку тянуть с постоянной силой $Q=90$ Н? Массой веревки, блоков и трением в осях блоков пренебречь.



4. Законы сохранения в механике.

4.1 Канат длиной L переброшен через штырь. В начальный момент времени концы каната находились на одном уровне. После слабого толчка канат пришел в движение. Определить скорость v каната к моменту, когда он соскользнет со штыря. Трением пренебречь.

4.2 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 каждый $s = 10$ м по горизонтали и коэффициент трения коньков о лед $k = 0,02$?

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

4.4 Падающим с высоты $h = 1,2$ м грузом забивают сваю, которая от удара уходит в землю на $s = 2$ см. Определить среднюю силу F_{cp} удара и его продолжительность τ , если масса груза $M = 500$ кг, масса сваи много меньше массы груза.

4.5 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.

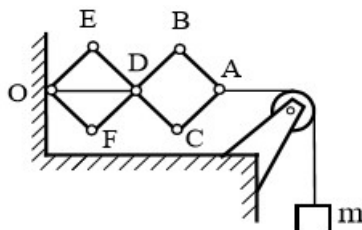
4.6 Человек стоит на неподвижной тележке и бросает горизонтально камень массой $m = 8$ кг со скоростью $v_1 = 5$ м/с и совершает работу, если масса тележки вместе с человеком $M = 160$ кг. Проанализируйте зависимость работы от массы M . Трением пренебречь.

4.7 Пуля массой $m_1=10$ г, летевшая горизонтально со скоростью $v_1 = 600$ м/с, ударила в свободно подвешенный на длинной нити деревянный брусок массой $m_2 = 0,5$ кг и застряла в нем, углубившись на $s = 10$ см. Найти силу F_c сопротивления дерева движению пули. На какую глубину s_1 войдет пули, если тот же брусок закрепить?

- 4.8 Пуля, летящая горизонтально, попадает в шар, подвешенный на очень легком жестком стержне, и застревает в нем. Масса пули в $n = 1000$ раз меньше массы шара. Расстояние от точки подвеса стержня до центра шара $l = 1$ м. Найти скорость v пули, если известно, что стержень с шаром отклонился от удара пули на угол $\alpha = 10^\circ$.
- 4.9 В покоящийся шар массой $M = 1$ кг, подвешенный на длинном жестком стержне, закрепленном в подвесе на шарнире, попадает пуля массой $m = 0,01$ кг. Угол между направлением полета пули и линией стержня равен $\alpha = 45^\circ$. Удар центральный. После удара пуля застревает в шаре, и шар вместе с пулей, отклонившись, поднимается на высоту $h = 0,12$ м относительно первоначального положения. Найти скорость v пули. Массой стержня пренебречь.
- 4.10 На нити, перекинутой через блок, подвешены два груза массами m_1 и m_2 . Найти ускорение центра масс этой системы. Решить задачу двумя способами, применяя 1)ЗСЭ, 2)Закон движения ЦМ. Массами блока и нити пренебречь.
- 4.11 Конструкция, состоящая из стержней, соединенных шарнирами, прикреплена к стенке в точке O и растягивается с помощью груза массы m и нити, соединенной с шарниром A . Сплошные стержни BF и CE шарнирно соединены в точке D , так что $AB=AC=CD=DE=BD=DF=OF=OE$. Определите силу T натяжения нити, соединяющей шарниры O и D . Массой стержней и нити, а также трением в блоке пренебречь.

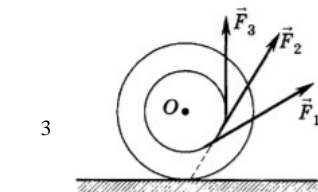
5. Статика. Механические

5.1 Фонарь массой $M=10$ кг серединой улицы шириной $l=$ допустимая сила натяжения которого $T= 500$ Н. Определить высоту H

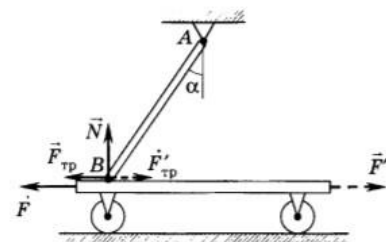


крепления концов каната, если точка крепления фонаря должна находиться на высоте $h= 5$ м.

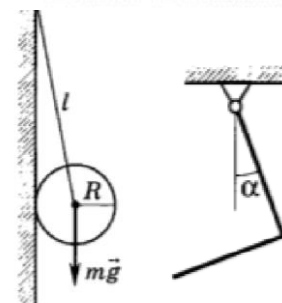
5.2 Катушка ниток находится на столе (рис.). В какую сторону она будет двигаться, если нить натягивается силой F_1, F_2, F (продолжение линии действия силы F_2 проходит через точку, лежащую на линии соприкосновения катушки со столом)?



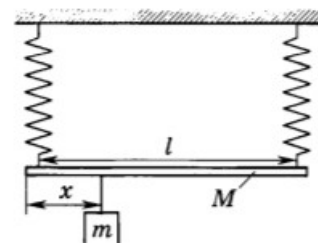
5.3 Стержень АВ, шарнирно закрепленный в точке А, опирается концом В на платформу (рис.). Какую минимальную силу F нужно приложить для того, чтобы сдвинуть платформу с места? Масса стержня m , коэффициент трения стержня о платформу k и угол, образуемый стержнем с вертикалью, равен α . Трением качения колес платформы и трением в осях пренебречь.



5.4 К вертикальной гладкой стене в точке А на веревке длиной l подвешен шар массой m (рис.). Какова сила натяжения T веревки и сила давления F шара на стену, если его радиус равен R ? Трением о стену пренебречь.



5.5 Железный прут массой M изогнут пополам так, что его части образуют прямой угол (рис.). Прут подвешен за один

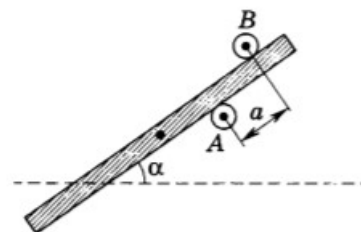


из концов на шарнире. Найти угол α , который образует с вертикалью верхняя часть стержня в положении равновесия.

5.6 Однородная балка массой M и длиной l подвешена за концы на двух пружинах (рис.). Обе пружины в нерастянутом состоянии имеют одинаковую длину, но жесткость левой пружины в n раз больше. На каком

расстоянии x от левого конца балки надо подвесить груз массой m , чтобы она приняла горизонтальное положение. $n=2$

5.7 Тяжелый брусок удерживается силой трения между двумя стержнями А и В, расположенными горизонтально (рис.). Какими должно быть расстояние x от центра тяжести бруска до точки соприкосновения со стержнем А, чтобы он мог выскользнуть из своих опор? Расстояние a , угол α и коэффициент трения k заданы.



5.8 Найти уравнение гармонических колебаний, если амплитуда колебаний 4 см, период $- 0,01$ с, а $x_0 = 0$.

колебания.

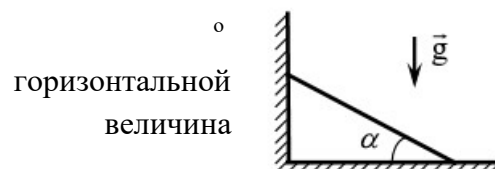
подвешен над 10 м на канате,

5.9 Изменится ли период колебания маятника от того, что мы поместим его в воду? Маятнику придана идеально обтекаемая форма, и можно принять, что трение о воду равно нулю.

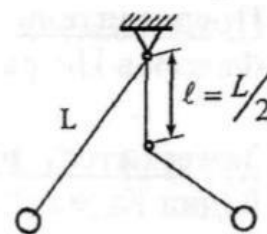
5.10 В неподвижном лифте подвешен маятник, период колебаний которого $T = 1$ с. С каким ускорением движется лифт, если период колебаний этого маятника стал равным $T_1 = 1,1$ с? В каком направлении движется лифт?

5.11 Найти период колебаний T математического маятника длиной l , подвешенного в вагоне, движущимся с ускорением a .

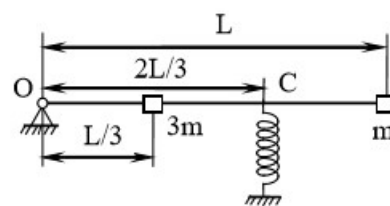
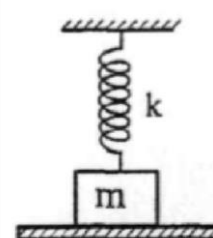
5.12 Однородный стержень (рис.) опирается о вертикальную плоскость, образуя с горизонтальной плоскостью угол $\alpha = 30^\circ$. Коэффициент трения между стержнем и плоскостью $\mu_1 = 0,5$. Чему равна минимальная коэффициент трения μ_2 между стержнем и вертикальной плоскостью, при которой стержень будет находиться в равновесии?



5.13 Математический маятник (рис.) длины L совершает колебания вблизи вертикальной стенки. Под точкой подвеса маятника на расстоянии $l = L/2$ от нее в стенку забит гвоздь. Найдите период T колебаний маятника.



5.14 На подставке лежит тело массы m (рис.), подвешенное на пружине жесткости k . В начальный момент пружина не растянута. Подставку начинают опускать вниз с ускорением a . Через какое время подставка оторвется от тела? Каким будет максимальное растяжение пружины?



5.15 Однородный стержень длины L и массы m шарнирно закреплён в точке O . В точке C , отстоящей на $2L/3$ от оси O , стержень опирается на пружину. На стержне закреплены два маленьких груза, массы которых $3m$ и m , а их положения показаны на рисунке. Найдите силу реакции в шарнире и силу упругости, возникающую в пружине в положении равновесия стержня, когда он неподвижен и расположен горизонтально. Массой пружины и силами трения пренебречь.