

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

**государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»
(МИИТ)**

Одобрено кафедрой
“Теоретическая и Прикладная Механика” РОАТ

МЕХАНИКА
(“Теоретическая механика”)

Задание на контрольную работу по динамике

РОАТ 2012.

Задание разработали: профессор Капранов И.В., доцент Дубровин В.С.,

ВВЕДЕНИЕ

Теоретическая механика играет исключительно важную роль в подготовке современного инженера. Решение задач по теоретической механике способствует формированию у студента инженерного мышления, без которого невозможна успешная работа на железнодорожном транспорте, промышленных предприятиях и стройках.

После изучения теоретического материала и проработки задач, решенных на практических занятиях, студент должен приступить к выполнению контрольных работ - завершающему этапу изучения соответствующих разделов курса.

Домашние контрольные работы являются серьезным средством повышения знаний студента. При добросовестном отношении к выполнению и защите этой работы студент практически гарантируется от провала на экзамене, получает прочные знания по предмету, приобретает интерес к самостоятельной работе.

Контрольным работам по теоретической механике свойственны три функции: 1) обучающая; 2) контролирующая (дает информацию о процессе усвоения студентом учебного материала); 3) организующая (задает сроки и ритм учебной работы).

Основной формой руководства преподавателя самостоятельной работой студентов является рецензирование их контрольных работ. Даже оформление контрольной работы дает преподавателю основу для суждения о подготовке студента, умение работать по дисциплине, о пробелах в знаниях и т.д.

Перед выполнением контрольной работы студенту необходимо ознакомиться с примерами по данной работе, уравнениями и формулами, а также со справочным материалом.

Уравнения, теоремы и принципы механики являются методами решения задач.

Задания на контрольные работы выдает преподаватель в зависимости от специальности студента, но не менее 4-8 задач. Допускается как увеличение, так и

уменьшение числа задач в контрольной работе, при этом следует учитывать специальность студента, уровень его профессиональной подготовки к этой специальности, индивидуальные технические интересы. Некоторые задачи могут носить научно-исследовательский характер, их решение выполняется с применением ЭВМ. Задачи настоящих заданий, не вошедшие в контрольную работу, используются преподавателями при проведении практических занятий и консультаций. Студентам рекомендуется использовать эти задачи в домашней самостоятельной работе при подготовке к зачету по статике.

В настоящих заданиях приводится 20 вариантов для каждой задачи.

Номер варианта для всех контрольных работ выбирается студентом по двум последним цифрам его учебного шифра (табл. 1).

Таблица 1

Предпоследняя	Последняя	Номер варианта	Предпоследняя	Последняя	Номер варианта
цифра шифра			цифра шифра		
0; 1; 2; 3; 4	0	1	5; 6; 7; 8; 9	0	11
	1	2		1	12
	2	3		2	13
	3	4		3	14
	4	5		4	15
	5	6		5	16
	6	7		6	17
	7	8		7	18
	8	9		8	19
	9	10		9	20

Например, шифрам с последними цифрами 51, 41, и 77 соответствуют варианты 12, 2 и 18.

При разработке настоящих заданий на контрольные работы использовались учебники, пособия, сборники задач по теоретической механике, а также специальная учебно - методическая литература. Рисунки к задачам выполнены профессором Капрановым И.В.

Общие правила оформления контрольных работ

Каждая контрольная работа выполняется студентом на отдельных листах формата А4, которые нумеруются и скрепляются вместе. На титульном листе указываются: название дисциплины, ее раздел, номер контрольной работы, год выполнения, фамилия и инициалы студента, его учебный шифр (Образец оформления титульного листа контрольной работы приведен в приложении 1). На первой странице указываются номер варианта и номер решаемых задач в варианте. Студент оставляет поля для замечаний рецензента.

Решение каждой задачи рекомендуется помещать на лицевой стороне листа. Сверху листа указывается номер задачи. Необходимо полностью переписать текст задачи и сделать чертеж (расчетную схему). Следует обратить внимание на выполнение чертежа. Он должен быть выполнен аккуратно, с соблюдением масштаба, без искажения величин углов. На чертеже надо показать все векторы, как заданные, так и определяемые в ходе решения задачи (силы, скорости, ускорения и т.д.), оси координат, направления угловых скоростей и угловых ускорений и других величин, используемых в решении.

Решение каждой задачи должно сопровождаться краткими пояснениями, выполненными шрифтом, приближенным к машинописному. Следует указать, какие теоремы, принципы и формулы использованы для решения задачи. Все промежуточные преобразования, расчеты должны быть показаны в решении и сопровождаемы необходимыми пояснениями. Все уравнения и формулы следует записывать сначала в общем виде, а затем подставлять вместо буквенных обозначений их числовые значения. Вычисления должны быть доведены до получения окончательного результата. В конце решения необходимо привести ответы. Обязательно указывать размерность искомых величин. На заключительной странице контрольной работы надо привести список использованной литературы.

Если контрольная работа не допускается к защите, студент должен исправить решение задачи в соответствии с замечаниями преподавателя. Исправления (работу над ошибками) рекомендуется делать на дополнительных страницах в конце контрольной работы.

Задача Д1

ПЕРВАЯ ЗАДАЧА ДИНАМИКИ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

<p>Д1.1. Гирия массы $m = 0,2 \text{ кг}$ подвешена к нити длиной $l = 1 \text{ м}$, вследствие толчка гирия получила горизонтальную скорость $V = 3 \text{ м/с}$. Определить натяжение нити непосредственно после толчка.</p>	<p>Д1.2. Груз, привязанный к нити длиной l, движется по окружности в вертикальной плоскости. Какую минимальную скорость в наивысшем положении должен иметь груз, чтобы нить оставалась натянутой?</p>
<p>Д1.3. Определить модуль равнодействующей сил, действующих на материальную точку массой $m=3\text{кг}$ в момент времени $t = 6 \text{ с}$, если она движется по оси Ox согласно уравнению $x = 0.4t^3 + 21t$.</p>	<p>Д1.4. Вагон массой $m=9000 \text{ кг}$ скатывается с горки. Какой угол к горизонту должна иметь горка, для того чтобы вагон двигался с ускорением $a = 3 \text{ м/с}^2$? Угол выразить в градусах.</p>
<p>Д1.5. Точка массой $m = 4 \text{ кг}$ движется по горизонтальной прямой с ускорением $a = 0,3t$. Определить модуль силы, действующей на точку в направлении ее движения в момент времени $t = 3 \text{ с}$.</p>	<p>Д1.6. Груз массы $m = 0,1 \text{ кг}$, подвешенный на нити длиной $l = 0,4\text{м}$ в неподвижной точке O, представляет собой конический маятник, то есть описывает окружность в горизонтальной плоскости, причём нить составляет с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$. Определить скорость груза и натяжение нити.</p>
<p>Д1.7. Автомобиль массы $m = 1500 \text{ кг}$ движется по вогнутому участку дороги со скоростью $V = 10 \text{ м/с}$. Радиус кривизны в нижней точке дороги $\rho = 60$</p>	<p>Д1.8. Локомотив, двигаясь с ускорением $a = 1 \text{ м/с}^2$ по горизонтальному участку пути, перемещает вагоны массой 60000 кг.</p>

<p><i>м.</i> Определить силу давления автомобиля на дорогу в момент прохождения этого участка дороги.</p>	<p>Определить силу в автосцепке, если сила сопротивления движению состава равна $F_c = 0.002mg$.</p>
<p>Д1.9. Тело массой $m = 4$ кг движется по горизонтальной прямой со скоростью $V = 0,9t^2 + 2t$. Определить модуль силы, действующей на точку в направлении ее движения в момент времени $t = 3$ с.</p>	<p>Д1.10. Искусственный спутник Земли описывает круговую орбиту радиуса R на небольшой высоте над поверхностью Земли (изменением силы тяжести на этой высоте по сравнению с силой тяжести на поверхности Земли можно пренебречь). Определить скорость движения спутника по орбите и время одного оборота спутника. Радиус Земли $R = 6380$ км.</p>
<p>Д1.11. Материальная точка массой $m = 2$ кг движется по окружности радиуса $R = 0,6$ м согласно уравнению $S = 2,4t^2$. Определить модуль равнодействующей сил, приложенных к материальной точке.</p>	<p>Д1.12. Материальная точка массой $m = 100$ кг движется в плоскости Oxy согласно уравнениям $x = at^2$, $y = bt$, где $a = 10$ и $b = 100$ - постоянные. Определить модуль равнодействующей сил, приложенных к точке.</p>
<p>Д1.13. Груз массы $m = 100$ кг, подвешенный к концу намотанного на барабан троса, движется с ускорением $a = 0,2g$. Определить натяжение троса при подъеме и опускании груза.</p>	<p>Д1.14. Материальная точка массой $m = 16$ кг движется по окружности радиуса $R = 9$ м со скоростью $V = 3$ м/с. Определить проекцию равнодействующей сил, приложенных к точке, на главную нормаль к траектории.</p>

<p>Д1.15. Материальная точка массой $m = 9$ кг движется в горизонтальной плоскости Oxy с ускорением $a = 4\vec{i} + 3\vec{j}$. Определить модуль силы, действующей на нее в плоскости движения.</p>	<p>Д1.16. Движение материальной точки массой $m = 8$ кг происходит в горизонтальной плоскости Oxy согласно уравнениям $x = 5t$ и $y = t^3$. Определить модуль равнодействующей приложенных к точке сил в момент времени $t = 4$ с.</p>
<p>Д1.17. Автомобиль массы $m = 1500$ кг движется по выпуклому участку дороги со скоростью $V = 10$ м/с. Радиус кривизны в верхней точке дороги $\rho = 60$ м. Определить силу давления автомобиля на дорогу в момент прохождения этого участка дороги.</p>	<p>Д1.18. Решето рудообогатительного грохота совершает вертикальные гармонические колебания с амплитудой $b = 5$ см. Найти наименьшую частоту k колебаний решета, при котором куски руды, лежащие на нём, отделяются от него и подбрасываются вверх.</p>
<p>Д1.19. Материальная точка массы m движется в плоскости согласно уравнениям $x = a \cos \alpha t$; $y = b \sin \alpha t$. Найти силу, действующую на точку.</p>	<p>Д1.20. Определить давление человека массой $m = 80$ кг на площадку лифта в начале подъёма и перед остановкой; ускорение (замедление) лифта $a = 0,2g$.</p>

Задача Д2

ВТОРАЯ ЗАДАЧА ДИНАМИКИ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

<p>Д2.1. При небольших скоростях сила сопротивления движению поезда выражается формулой $R = P + kV$, где P, и k - постоянные величины, V - скорость поезда. Найти закон движения поезда при его разгоне, если сила тяги электропоезда равна T, а масса поезда равна m.</p>	<p>Д2.2. Телу, находящемуся на наклонной плоскости с углом α, сообщили начальную скорость V_0, направленную вниз вдоль линии наибольшего ската. Коэффициент трения тела о плоскость равен f. Найти уравнение движения тела.</p>
<p>Д2.3. Материальная точка массой m движется по горизонтальной оси Ox под действием силы $F = 2(mx + 1)$. Определить ускорение точки в момент времени, когда ее координата $x = 0,5$ м.</p>	<p>Д2.4. Телу, находящемуся на наклонной плоскости с углом α, сообщили начальную скорость V_0, направленную вверх вдоль линии наибольшего ската. Коэффициент трения тела о плоскость равен f. Найти путь, пройденный телом до остановки.</p>
<p>Д2.5. Автомобиль массой m движется по горизонтальному шоссе со скоростью V_0. Коэффициент трения между колёсами автомобиля и дорогой равен f. Определить время от начала торможения до полной остановки автомобиля, считая его колёса полностью заторможенными.</p>	<p>Д2.6. На какую наибольшую высоту и за какое время t поднимется тело, брошенное вертикально вверх с начальной скоростью V_0? Сопротивлением воздуха пренебречь.</p>

<p>Д2.7. Материальная точка массой $m = 50\text{кг}$, из неподвижного состояния движется по горизонтальной прямой под действием силы $F = 100\text{Н}$, которая направлена по той же прямой. Определить время, за которое скорость точки увеличится с 5 до 25 м/с,</p>	<p>Д2.8. Телу, находящемуся на наклонной плоскости с углом α, сообщили начальную скорость V_0, направленную вверх вдоль линии наибольшего ската. Коэффициент трения тела плоскость равен f. Найти уравнение движения тела.</p>
<p>Д2.9. Автомобиль массой m из состояния покоя начинает преодолевать подъём с углом наклона α к горизонту. Найти закон изменения скорости автомобиля от величины пройденного пути, если сила тяги двигателя F является постоянной величиной. Другими видами сопротивления пренебречь.</p>	<p>Д2.10 С какой скоростью ударится о Землю тело массой m, падающее без начальной скорости с высоты H, если сила сопротивления воздуха изменяется по закону $R = kV^2$, где k - постоянный коэффициент, V - скорость тела?</p>
<p>Д2.11. На какую высоту H поднимется тело весом P, брошенное вертикально вверх со скоростью V_0, если сила сопротивления воздуха выражается формулой $F = kV^2$, где k - постоянный коэффициент, V - скорость тела?</p>	<p>Д2.12. Материальная точка массой $m = 50\text{ кг}$ из состояния покоя движется по гладкой горизонтальной направляющей под действием силы $F = 50\text{ Н}$, вектор которой образует постоянный угол $\alpha = 60^\circ$ направляющей. Определить путь, пройденный точкой за время $t = 2\text{ с}$.</p>
<p>Д2.13. Сила тяги трамвайного вагона массой m в период разгона возрастает пропорционально времени,</p>	<p>Д2.14. Статическая деформация упругой балки под действием груза P равна λ. Определить наибольшую</p>

<p>увеличиваясь на $k [H]$ в течение каждой секунды. Найти уравнение движения вагона, если его сопротивление движению постоянно и равно $f [H]$.</p>	<p>деформацию балки в случае, когда тот же груз положен на неизогнутую балку и отпущен без начальной скорости. Массой балки пренебречь.</p>
<p>Д2.15. Материальная точка массой m совершает прямолинейное движение по горизонтальной гладкой плоскости под действием силы $P = P_0 \cos \omega t$, где P_0 и ω - постоянные величины; t - время. В начальный момент материальная точка имела скорость V_0. Найти уравнение движения этой точки.</p>	<p>Д2.16. Материальная точка массой $m = 7.1 \text{ кг}$ движется из состояния покоя по окружности радиуса R, расположенной в горизонтальной плоскости. Определить скорость точки в момент времени $t = 1 \text{ с}$ после начала движения, если на нее действует сила $F = 10 \text{ Н}$, которая образует постоянный угол 45° с касательной к траектории точки.</p>
<p>Д2.17 Материальная точка массой $m = 7.1 \text{ кг}$ движется из состояния покоя по окружности радиуса $R = 1 \text{ м}$, расположенной в горизонтальной плоскости. Определить скорость точки, если на нее действует сила $F = 10 \text{ Н}$, которая образует постоянный угол 45° с касательной к траектории точки.</p>	<p>Д2.18. Автомобиль преодолевает подъём с углом наклона α. Коэффициент трения колёс о дорогу равен f. Определить тормозной путь автомобиля, если его скорость в момент отключения двигателя и включения тормозного привода была равна V_0. Колёса автомобиля считать полностью заторможенными.</p>
<p>Д2.19. Материальная точка массой $m = 0.1 \text{ кг}$ движется прямолинейно вдоль оси Ox. Проекция начальной скорости материальной точки на эту же ось</p>	<p>Д2.20. Материальная точка массой $m = 2 \text{ кг}$ движется в горизонтальной плоскости по окружности радиуса $R = 1 \text{ м}$ согласно</p>

$V_0 = 13,5 \text{ м/с}$. Определить, по истечении какого промежутка времени после торможения тормозной силой $P = 0,3t$, скорость точки будет равна нулю.

уравнению $s = 0,5t^2$. Определить модуль равнодействующей сил, действующих на точку, в момент времени $t = 5 \text{ с}$.

Задача ДЗ

ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

ДЗ.1. Вагон массой m ударяет в пружинный амортизатор жёсткостью c , имея в момент начала удара скорость V_0 . Определить максимальную деформацию пружины амортизатора, пренебрегая её массой и полагая её недеформированной перед ударом.

ДЗ.2. Маховое колесо радиуса R и веса P вращается вокруг своей оси с угловой скоростью ω . Колесо останавливают с помощью тормозной колодки силой R , линия действия которой проходит через ось маховика перпендикулярно этой оси. Найти коэффициент трения между тормозной колодкой и ободом колеса, если оно до остановки сделало N оборотов. Трением в подшипниках пренебречь.

ДЗ.3. Барабан массой m и радиусом r приводится во вращательное движение из состояния покоя моментом M . Определить ускорение поднимаемого с помощью троса груза массой m_1 . Барабан считать однородным цилиндром, массой троса пренебречь.

ДЗ.4. Транспортёр приводится в движение из состояния покоя моментом M , приложенным к нижнему шкиву. Определить ускорение груза массой m , если шкивы А и В радиусом r и массой m_1 каждый представляют собой однородные круглые цилиндры. Лента транспортёра, массой которой следует пренебречь, образует с горизонтом угол α . Скольжение ленты по шкивам и груза по ленте отсутствует.

ДЗ.5. Тележка начинает движение из состояния покоя под действием

момента M , приложенного к передним колёсам. Масса тележки без колёс равна m_1 масса каждого из четырёх колёс радиусом r равна m_2 , коэффициент трения качения δ . Определить ускорение тележки, считая колёса однородными дисками.

ДЗ.6. Тележка начинает движение без скольжения из состояния покоя под действием горизонтальной силы P . Масса тележки без колёс равна m_1 масса каждого из четырёх колёс радиусом r равна m_2 , коэффициент трения качения δ . Определить скорость тележки, считая колеса однородными дисками.

ДЗ.7. Чему равна кинетическая энергия зубчатой передачи двух цилиндрических колес с числом зубьев $z_2 = 2 z_1$, если их момент инерции относительно осей вращения $I_2 = 2 I_1 = 6 \text{ кгм}^2$, а угловая скорость колеса 1 равна $\omega_1 = 10 \text{ рад/с}$.

ДЗ.8. На горизонтальный вал насажен маховик диаметром D делающий n [об/мин]. Определить коэффициент трения скольжения между валом и подшипниками, если после выключения привода маховик сделал n оборотов до остановки. Массу маховика считать равномерно распределённой по его ободу. Массой вала пренебречь.

ДЗ.9. Шар весом P , лежащий на пружине с коэффициентом жёсткости c , вызывает статическую осадку пружины $0,025 \text{ м}$. Какова будет осадка пружины, если тот же шар упадёт на пружину с высоты $h = 0,1 \text{ м}$. Массой пружины пренебречь.

ДЗ.10. Оси колеса радиусом r , находящемуся на горизонтальной плоскости, сообщили скорость V_0 . Коэффициент трения качения равен δ . Определить путь, пройденный колесом до остановки. Качение колеса происходит без скольжения. Колесо считать однородным диском.

Д3.11. Однородный диск массой $m=30$ кг радиуса $R=1$ м начинает вращаться из состояния покоя равноускоренно с постоянным угловым ускорением $\varepsilon=2$ рад/с². Определить кинетическую энергию диска в момент времени $t=2$ с после начала движения.

Д3.12. Снаряд массой m вылетает из ствола орудия со скоростью V_0 . Длина ствола орудия l . Найти силу среднего давления газов на снаряд.

Д3.13. Какую начальную скорость, параллельную линии наибольшего ската наклонной плоскости, надо сообщить оси колеса радиуса R для того, чтобы оно, катясь без скольжения, поднялось на высоту H по наклонной плоскости, образующей угол α с горизонтом? Коэффициент трения качения равен δ . Колесо считать однородным диском.

Д3.14. Стержень длиной l подвешен на шарнире O . Какую скорость надо сообщить нижнему концу стержня, чтобы он поднялся до горизонтального положения ?

Д3.15. Однородная цепочка длиной l лежит на гладком горизонтальном столе, и часть её свешивается. Предоставленная самой себе, цепочка соскальзывает со стола. Найти скорость цепочки в тот момент, когда она вся сойдёт со стола, если в начальный момент длина свешивающейся части незначительна.

Д3.16. Лыжник скатывается с горки. Длина горки - l , угол наклона горки с горизонтом - α , коэффициент трения между лыжами и снегом - μ . Найти расстояние, пройденное лыжником на горизонтальном участке до остановки.

Д3.17. Какую скорость приобрёл бы камень при падении без начальной скорости с высоты H , если бы не было сопротивления воздуха?

Д3.18. Груз массой m подвешен к недеформированной пружине жёсткостью C

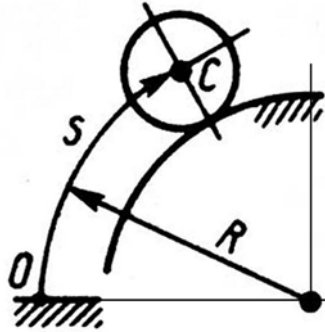
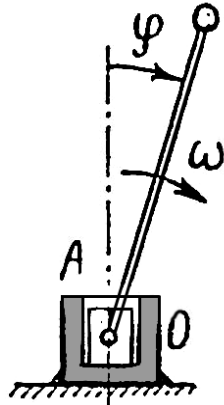
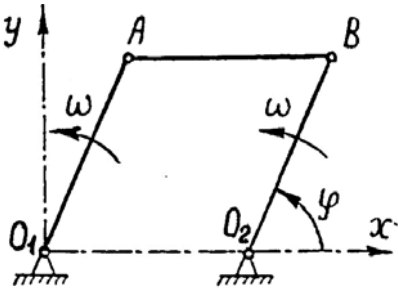
и отпущен без начальной скорости. Найти наибольшее расстояние, на которое опустится груз.

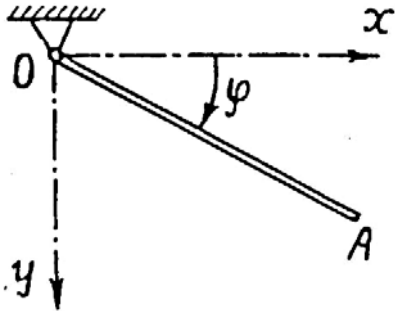
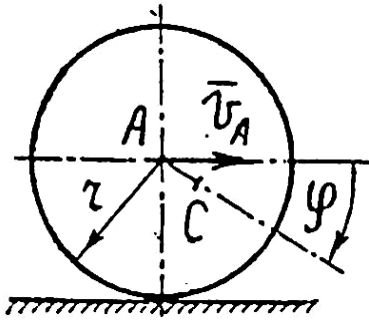
Д3.19. Шар весом P , лежащий на пружине с коэффициентом жёсткости c , вызывает статическую осадку пружины $0,025$ м. Какова будет осадка пружины, если тот же шар упадёт на пружину с высоты $h = 0,1$ м. Массой пружины пренебречь.

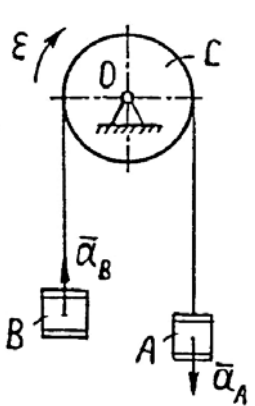
Д3.20. Пружина имеет в ненапряжённом состоянии длину 20 см. Сила, необходимая для изменения её длины на 0,01 м, равна 1,96 Н. С какой скоростью V вылетит из трубки шарик массой 0,03 кг, если пружина была сжата до длины 0,1 м. Трубка с пружиной расположена горизонтально.

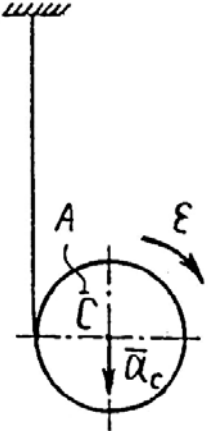
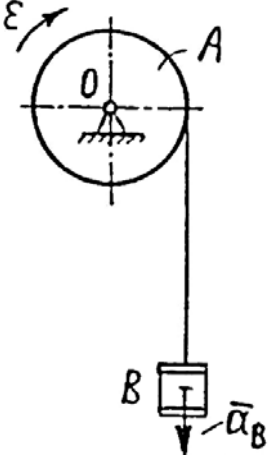
Задача Д4

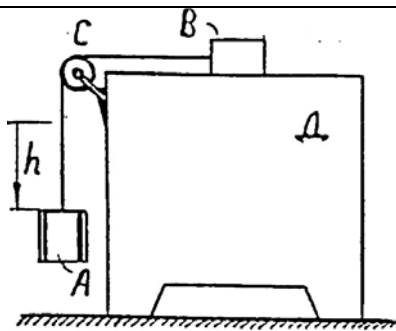
ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ КОЛИЧЕСТВА ДВИЖЕНИЯ. ТЕОРЕМА О ДВИЖЕНИИ ЦЕНТРА МАСС

<p>Д4.1.</p> 	<p>Центр масс колеса C катится без скольжения по окружности радиуса $R=6\text{ м}$ согласно закону $s = \pi t^2$.</p> <p>Определить модуль главного вектора внешних сил, приложенных к колесу при $t=1\text{ с}$, если его масса $m = 10\text{ кг}$</p>
<p>Д4.2.</p> 	<p>Груз массой m, прикреплен к невесомому стержню длиной l, который вращается с постоянной угловой скоростью ω вокруг оси O, закрепленной на ползуне A. Ползун A массой m_2 может двигаться без трения в вертикальных направляющих.</p> <p>Определить вертикальную реакцию опоры, приложенную к ползуну, в функции угла φ. При каких значениях угловой скорости стержня ползун подпрыгивает ?</p>
<p>Д4.3.</p> 	<p>Механизм шарнирного параллелограмма состоит из трёх одинаковых стержней массой m и длиной l. Кривошипы O_1A и O_2B вращаются с постоянной угловой скоростью ω. Определить сумму горизонтальных составляющих</p>

	<p>реакций шарниров O: и O_B в функции угла φ.</p>
<p>Д4.4.</p>	<p>Лодка массой m плавает в стоячей воде. На задней скамейке лодки, находившейся в покое, сидят два человека. Один из них массой $gt > l$ переходит на нос лодки, проходя по ней расстояние l). Другой человек массой m_2 перемещается на среднюю скамейку на расстояние $l_2 = 0,5 l$. На какое расстояние перемещается при этом лодка ?</p>
<p>Д4.5.</p> 	<p>Тонкий однородный стержень массой m и длиной l может вращаться без трения вокруг горизонтальной оси O. В начальный момент стержень отведён в горизонтальное положение и падает без начальной скорости. Определить горизонтальную и вертикальную составляющую реакции шарнира O в функции угла φ, угловой скорости и углового ускорения стержня.</p>
<p>Д4.6.</p> 	<p>Ось колеса A массой $m = 300$ кг, радиусом $r = 0,5$ м движется с постоянной скоростью $V_A = 20$ м/с. Центр тяжести C колеса смещен от его оси A на расстояние $AC = h = 0,02$ м. Определить давление колеса на рельс,</p>

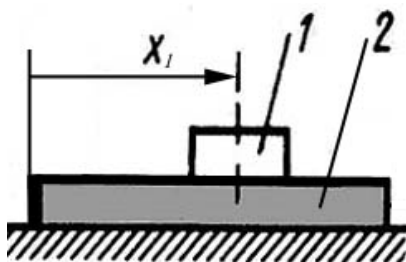
	<p>когда его центр тяжести занимает наивысшее положение. Колесо катится без скольжения.</p>
<p>Д4.7.</p>	<p>На корме лодки находился человек. В некоторый момент человек пошёл вдоль лодки. Какова скорость лодки, если скорость человека относительно лодки равна u? Масса лодки и человека соответственно равны M и m. В начальный момент скорость лодки была равна V_0.</p>
<p>Д4.8.</p>	<p>По горизонтальной платформе массой M, движущейся по инерции со скоростью V_0, идёт человек со скоростью u относительно платформы в сторону движения платформы. Масса человека равна m. Найти скорость платформы, если человек изменит направление своего движения на противоположное.</p>
<p>Д4.9.</p> 	<p>Грузы А и В массой m_1, и m_2 ($m_1 > m_2$) подвешены к концам нити, переброшенной через невесомый блок С. Определить давление блока на ось при движении грузов с ускорением $a_A = a_B = 0,3g$.</p>
<p>Д4.10.</p>	<p>Круглый цилиндр А массой m</p>

	<p>обмотан посредине тонкой нитью, конец которой закреплен неподвижно. Цилиндр падает вертикально вниз, разматывая нить. Ускорение оси С цилиндра равно $a_c = 0,4 g$. Найти натяжение нити.</p>
<p>Д4.11.</p> 	<p>На однородный цилиндр А массой m_1 намотана нить, на которой подвешен груз В массой m_2. Определить давление цилиндра на ось, если груз опускается по вертикали из состояния покоя с ускорением $a_B = 0,3 g$.</p>
<p>Д4.12.</p>	<p>По горизонтальной платформе, движущейся по инерции со скоростью V_0, перемещается тележка с постоянной относительной скоростью u_0. В некоторый момент времени тележка затормозила. Определить общую скорость платформы и тележки после её остановки, если M - масса платформы, m -масса тележки.</p>
<p>Д4.13.</p>	<p>Груз А массой m_1 и груз В массой m_2 соединены нитью, переброшенной через невесомый блок С, ось которого скреплена с тумбой Д массой m. Тумба может скользить без трения по горизонтальной плоскости. На какое</p>



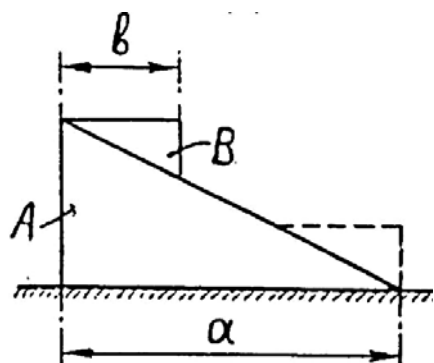
расстояние переместится тумба, если груз А опустится на высоту h ?

Д4.14.



Определить перемещение тела 2 в момент времени $t = 0,5c$, если относительно него под действием внутренних сил системы движется тело 1 согласно уравнению $x_1 = \sin \pi$. Массы тел: $m_1 = 4 \text{ кг}$, и $m_2 = 8 \text{ кг}$, трением пренебречь.

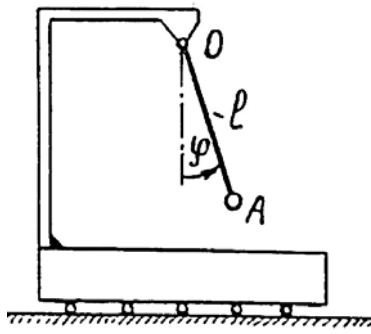
Д4.15.



На однородную призму А, лежащую на горизонтальной плоскости, положена однородная призма В; поперечные сечения призм - прямоугольные треугольники. Масса призмы А втрое больше массы призмы В. Предполагая, что призмы и горизонтальная плоскость идеально гладкие, определить длину l , на которую подвинется призма А, когда призма В, опускаясь по А, дойдёт до горизонтальной плоскости.

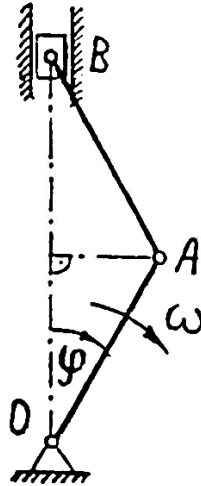
Д4.16.

На тележке массой M подвешен математический маятник, который совершает колебания по закону $\varphi = \varphi_0 \cos kt$. Длина нити маятника равна l , масса точечного груза - m . Найти закон движения тележки, если в начальный момент тележка



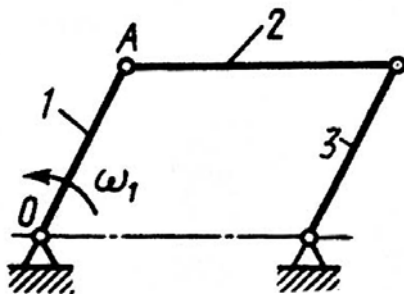
находилась в покое, а маятник был отведён от вертикали на угол φ_0 и отпущен без начальной скорости.

Д4.17.



В кривошипно-шатунном механизме кривошип OA и шатун AB представляют собой однородные стержни массой m_1 и длиной l . Ползун B массой m_2 движется в вертикальных направляющих. Определить вертикальную составляющую реакции шарнира O в функции угла φ , если кривошип вращается с постоянной угловой скоростью ω . Трением в направляющих ползуна пренебречь.

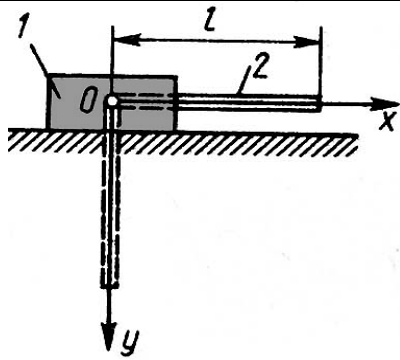
Д4.18.



Кривошип 1 шарнирного параллелограмма вращается равномерно с угловой скоростью $\omega_1 = 6 \text{ рад/с}$. Определить модуль главного вектора внешних сил, действующих на звено 2, если его масса $m = 8 \text{ кг}$, длина $OA = 0,5 \text{ м}$.

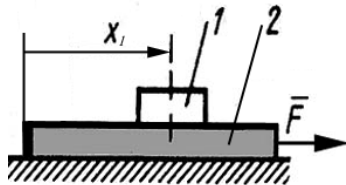
Д4.19.

Тело 1 массой 6 кг может двигаться по горизонтальной направляющей. На какое расстояние переместится тело 1, когда однородный стержень 2 массой 3 кг и



длиной $l = 0,8$ м, опускаясь под действием силы тяжести, займет вертикальное положение. В начальный момент система находилась в покое.

Д4.20.



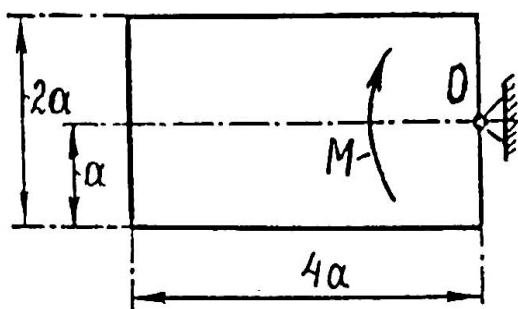
На тело **2** действует постоянная сила $F = 10$ Н. Определить ускорение этого тела в момент времени $t = 0,5$ с, если относительно него под действием внутренних сил системы движется тело **1** согласно уравнению $x_1 = \sin \pi t$. Массы тел: $m_1 = 4$ кг, и $m_2 = 8$ кг. Тела движутся поступательно, трением пренебречь.

Задача Д5

ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ КИНЕТИЧЕСКОГО МОМЕНТА.

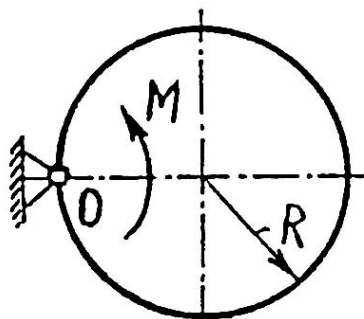
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ УРАВНЕНИЕ ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ТВЁРДОГО ТЕЛА ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ОСИ

Д5.1.



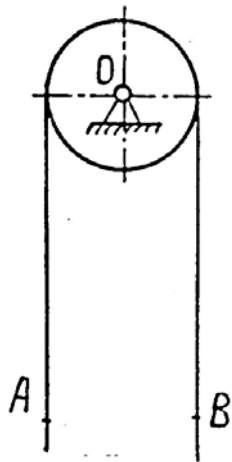
Однородная прямоугольная пластина массой m со сторонами $2a$ и $4a$ вращается вокруг вертикальной неподвижной оси O , перпендикулярной к её плоскости. На пластину действует пара сил с моментом $M = 2t$, лежащая в её плоскости. Определить закон изменения угловой скорости пластины, если в начальный момент она была неподвижна.

Д5.2.



Круглая горизонтальная платформа вращается без трения вокруг неподвижной вертикальной оси O , перпендикулярной к её плоскости, под действием пары сил с моментом M (пара сил лежит в плоскости платформы). Платформа представляет однородный диск радиусом R и массой m . В начальный момент платформа неподвижна. Определить закон вращательного движения платформы.

Д5.3.

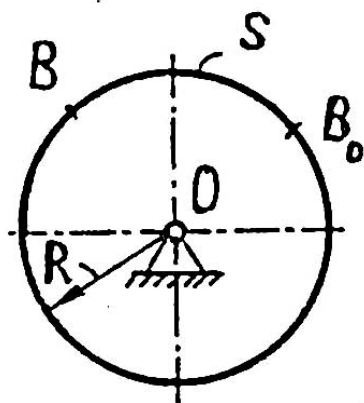


Через невесомый блок радиусом r переброшен канат; за точки А и В каната ухватились два человека одинаковой массы, они стали подниматься по нему со скоростями u и $0,5u$ относительно каната. С какой угловой скоростью будет вращаться блок?

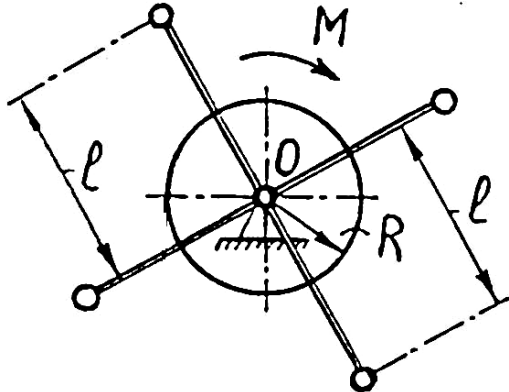
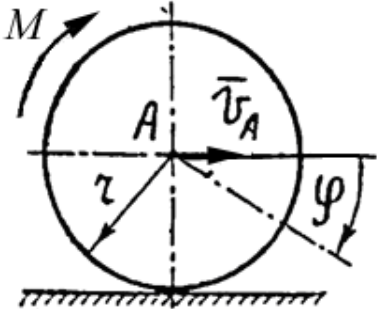
Д5.4.

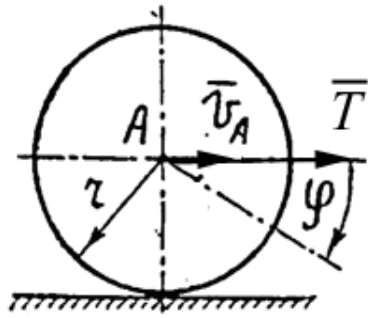
Доска ОА массой m , длиной l может вращаться без трения вокруг горизонтальной оси О. В нижний конец А неподвижно висит доска, попадает пуля массой m_1 , летящая горизонтально со скоростью V_1 и застревает в ней. Определить угловую скорость доски после попадания пули. При вычислении момента инерции доски считать её однородным стержнем.

Д5.5.



Однородная круглая платформа массой M и радиусом R может вращаться без трения вокруг неподвижной вертикальной оси О, перпендикулярной к её плоскости. По окружности платформы может двигаться материальная точка В массой m . В начальный момент система неподвижна, затем точка В

	<p>начинает двигаться относительно платформы по закону $S=R(1-\cos kt)$ [м], где $k=const$, t- время (положительное направление дуг - против часовой стрелки). Определить закон вращения платформы .</p>
<p>Д5.6.</p> 	<p>Однородный диск радиусом R и массой m соединён с крестовиной, состоящей из четырёх стержней длиной l, массой m каждый. Система начинает вращаться под действием внешних сил с угловой скоростью $\omega = 3t$ [с⁻¹]. Определить момент внешних сил относительно оси вращения O.</p>
<p>Д5.7.</p> 	<p>Определить угловое ускорение ведущего колеса автомобиля массой m радиусом r, если к колесу приложен вращающий момент M. Момент инерции колеса относительно центральной оси A равен J_A; δ - коэффициент трения качения; F_{mp} - сила трения. Найти также значение вращающего момента, при котором колесо катится с постоянной скоростью V_A.</p>
<p>Д5.8.</p>	<p>Ведомое колесо автомобиля массой m, радиусом r, катящееся со скольжением по горизонтальному</p>



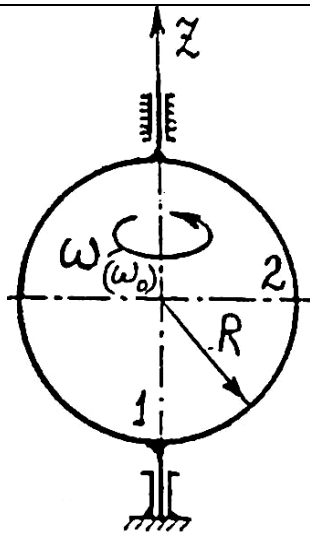
шоссе, приводится в движение посредством горизонтальной силы T , приложенной в его центре масс A . Момент инерции колеса относительно центральной оси A равен J_A ; δ - коэффициент трения качения; f - коэффициент трения скольжения. Определить закон изменения угловой скорости колеса. В начальный момент колесо находилось в покое.

Д5.9.

Круглая горизонтальная платформа может вращаться без трения вокруг неподвижной оси Oz , проходящей через её центр O . По платформе на неизменном расстоянии от оси Oz , равном r , идёт с относительной скоростью u человек, масса которого равна m . С какой угловой скоростью ω будет при этом вращаться платформа вокруг оси, если её массу M можно считать равномерно распределённой по площади круга радиусом R , в начальный момент платформа и человек имели скорость, равную нулю?

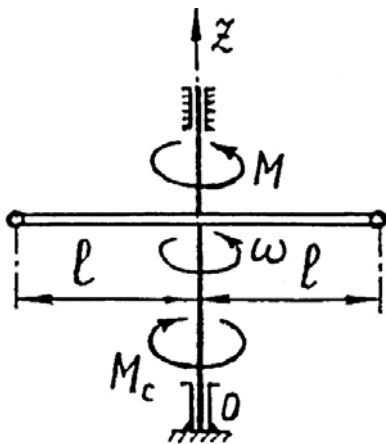
Д5.10.

Кольцевая трубка массой M и радиусом R вращается вокруг вертикальной оси с угловой скоростью ω_0 . Внутри трубки в положении 1 находится шарик массой m .



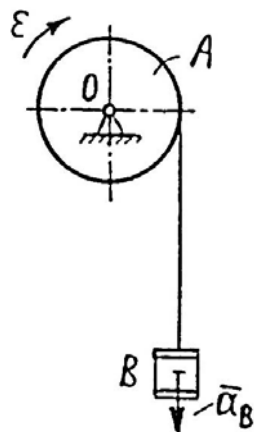
Определить, как изменится угловая скорость трубки, если шарик перейдет в положение 2.

Д5.11.



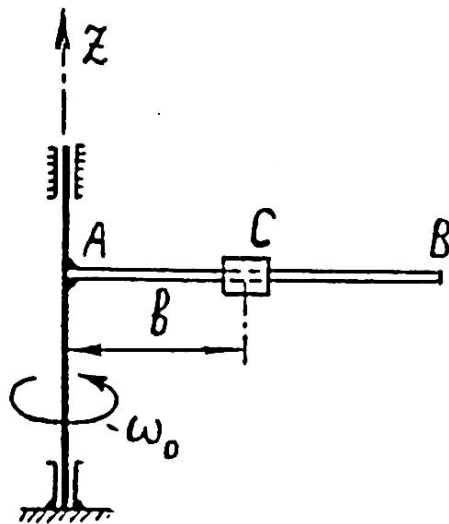
Система состоит из однородного горизонтального стержня длиной $2l$ и массой m_1 а также двух точечных масс m_2 , закрепленных на его концах. Система начинает вращаться из состояния покоя вокруг вертикальной оси O под действием постоянного вращающего момента M ; при этом возникает момент сил сопротивления, пропорциональный угловой скорости вращения $M_c = k\omega$, где k - коэффициент пропорциональности, ω - угловая скорость. Найти закон изменения угловой скорости.

Д5.12.



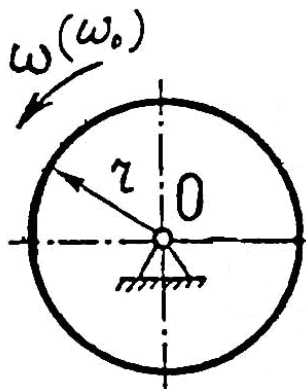
На однородный цилиндр A массой m_1 , радиусом r намотана нить, на конце которой подвешен груз B массой m_2 . Определить закон изменения угловой скорости, если груз опускается вниз из состояния покоя

Д5.13.



По стержню АВ движется ползун С массой m с постоянной скоростью u относительно стержня. Момент инерции вала со стержнем относительно оси вращения Oz равен J_z . Определить закон изменения угловой скорости вала, если его начальная угловая скорость равна ω_0 , а ползун, принимаемый за материальную точку, находился при $t = 0$ на расстоянии b от оси вращения.

Д5.14.



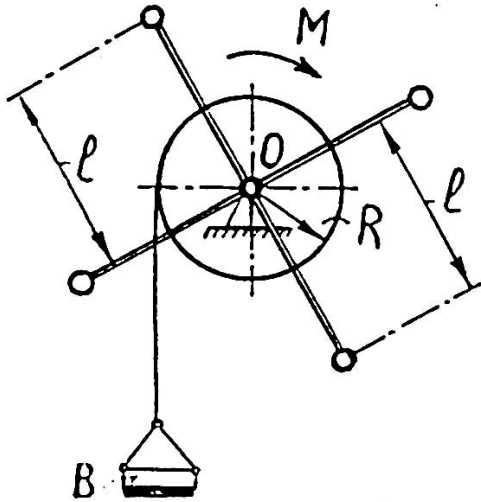
Для определения момента трения в цапфах на вал насажен маховик массой M , радиус инерции маховика равен ρ . Маховику сообщена начальная угловая скорость ω_0 ; предоставленный самому себе, он остановился через T [с]. Определить момент трения, считая его постоянным.

Д5.15.

При полёте снаряда вращение его вокруг оси симметрии замедляется действием момента силы сопротивления воздуха, равного $k\omega$, где k - коэффициент пропорциональности; ω - угловая скорость вращения снаряда. Определить закон убывания угловой скорости, если начальная угловая

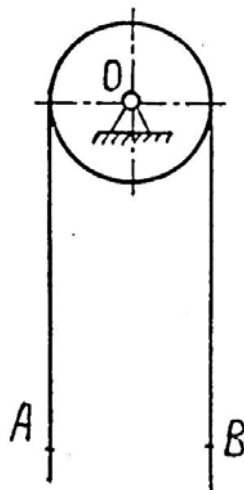
скорость равна ω_0 а момент инерции снаряда относительно оси симметрии равен J .

Д5.16.



Груз B массой m_1 прикреплен к тросу, намотанному на барабан радиусом R , массой m_2 . Барабан начинает вращаться вместе с невесомой крестовиной, на концах которой прикреплены четыре груза массой m_3 каждый, под действием вращающего момента M . Все стержни крестовины имеют одинаковую длину $2l$. Определить закон изменения скорости груза. Барабан считать сплошным цилиндром.

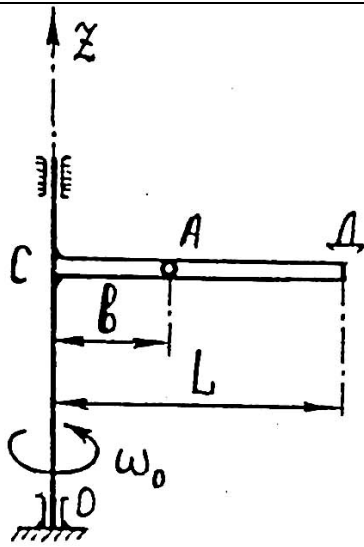
Д5.17.



Через блок перекинут канат; за точку A каната ухватился человек, к точке B привязан груз одинаковой массы с человеком. Что произойдет с грузом, если человек станет подниматься по канату со скоростью u относительно каната? Масса блока в четыре раза меньше массы человека и равномерно распределена по его ободу.

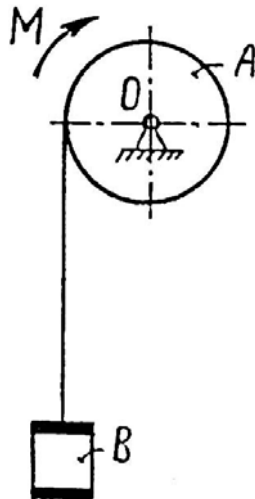
Д5.18.

Горизонтальная трубка CD может свободно вращаться вокруг вертикальной оси Oz . Внутри трубки



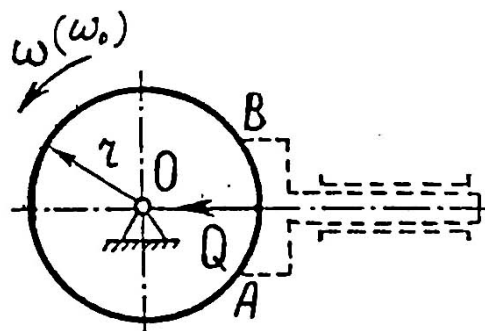
на расстоянии $AC = b$ находится шарик А. В некоторый момент трубке сообщается начальная угловая скорость ω_0 . Определить угловую скорость трубки в момент, когда шарик вылетит из трубки. Момент инерции трубки относительно оси вращения равен J_z , L - её длина. Трением пренебречь. Шарик считать материальной точкой массой m .

Д5.19.



При пуске в ход лебёдки к барабану А приложен вращающий момент, пропорциональный времени $M = \lambda t$, где λ - коэффициент пропорциональности; t - время. Груз В массой m_1 поднимается при помощи каната, намотанного на барабан А радиусом r и массой m_2 . Определить угловую скорость барабана, считая его сплошным цилиндром.

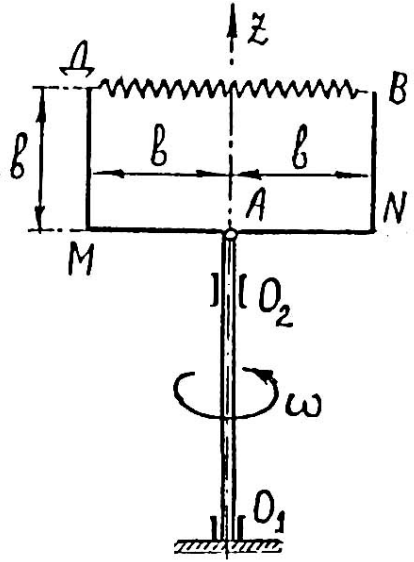
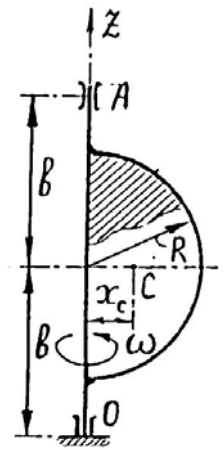
Д5.20.

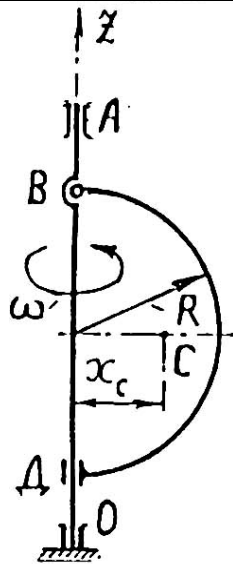


К колесу радиусом r , вращающемуся с угловой скоростью ω_0 вокруг оси О, прижимают радиальной силой Q тормозную колодку АВ. Через T [с] после этого колесо вследствие трения остановилось. Определить значение коэффициента трения. Колесо считать однородным диском массой m .

Задача Д6

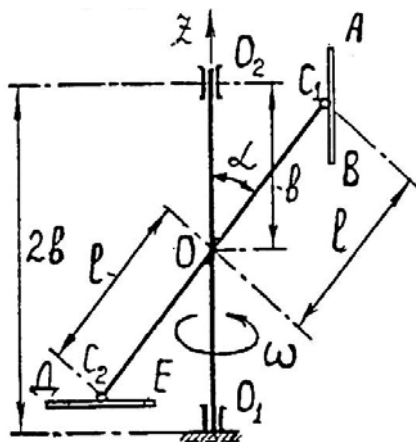
ПРИНЦИП ДАЛАМБЕРА

<p>Д6.1.</p> 	<p>Тонкие однородные стержни ANB и AMД одинаковой массы, изогнутые под прямым углом, соединены в точке A шарниром. Стержни вращаются вокруг оси O1O2 с постоянной угловой скоростью ω. При этом они удерживаются в положении, при котором части МД и ИВ параллельны, а AM и AB перпендикулярны оси вращения, при помощи пружины ВД. Определить усилие в пружине.</p>
<p>Д6.2.</p> 	<p>Однородный полукруг массой m, радиусом R вращается с постоянной угловой скоростью ω вокруг оси OA. Определить реакции подшипника A и подпятника O. Расстояние от центра тяжести полукруга до оси OA $x_c = 4R/3\pi$, где R - радиус.</p>
<p>Д6.3.</p>	<p>Однородная проволочная полуокружность массой m, радиусом R вращается с постоянной угловой скоростью ω вокруг оси OA. Определить реакции в точках крепления B и Д кольца к оси OA.</p>



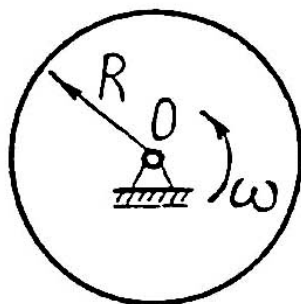
Расстояние от центра тяжести
полуокружности до оси ОА $x_c = \frac{2R}{3\pi}$

Д6.4.

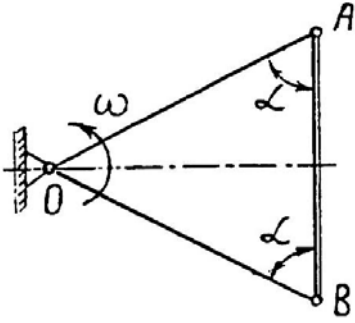
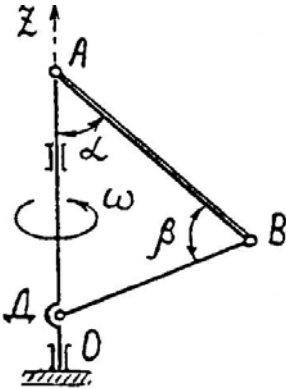
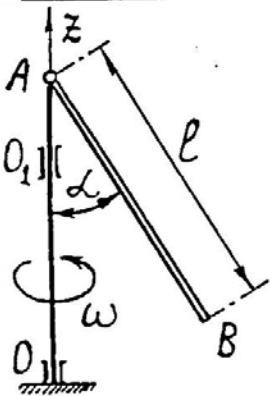


Два тонких однородных стержня АВ и ДЕ одинаковой массы m скреплены невесомым стержнем C_1C_2 . Стержень жёстко соединён с вертикальной осью O_1O_2 , с которой он образует угол α . Стержни вращаются вокруг оси O_1O_2 с постоянной угловой скоростью ω . Даны размеры: $O_1O = OO_2 = b$; $C_1O = OC_2 = l$; $AC_1 = C_1B$; $DC_2 = C_2E$. Определить реакции подпятника и подшипника.

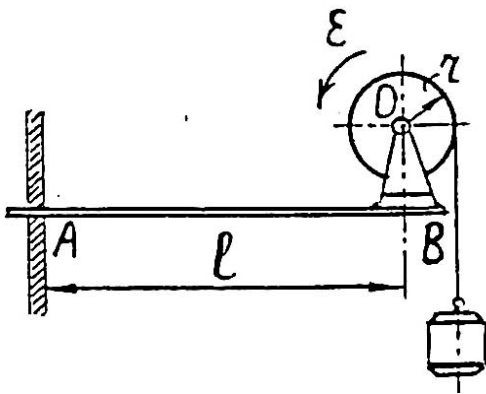
Д6.5.



Тонкое однородное проволочное кольцо массой m , радиусом R вращается с постоянной угловой скоростью ω вокруг оси O , проходящей через его центр перпендикулярно его плоскости. Наибольшее усилие, которое выдерживает проволока при растяжении, равно S . С какой наибольшей угловой скоростью ω может вращаться кольцо без разрыва?

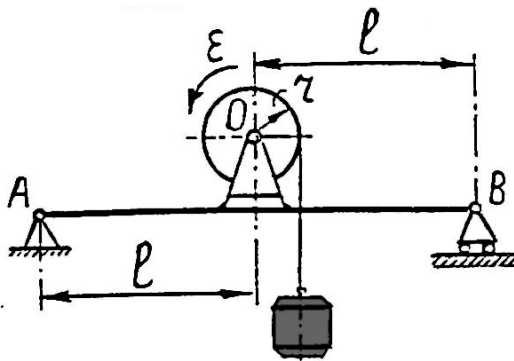
	<p>Расстояние от центра O до центра тяжести полуокружности $x_c = 2R/3\pi$</p>
<p>Д6.6.</p> 	<p>Тонкий однородный стержень AB массой m, лежащий в горизонтальной плоскости, вращается с постоянной угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси O, с которой он скреплен одинаковыми невесомыми стержнями OA и OB длиной l. Определить реакции этих стержней.</p>
<p>Д6.7.</p> 	<p>Тонкий однородный стержень AB массой m и длиной l вращается с постоянной угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси OA. Стержень закреплен на оси при помощи шарнира A и невесомого стержня BD; положение стержня AB определяется углами α и β. Определить реакции связей стержня AB.</p>
<p>Д6.8.</p> 	<p>Тонкий однородный стержень AB длиной l вращается с постоянной угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси OA. Вычислить угол отклонения стержня от вертикали, не учитывая трение в шарнире A. При каком наименьшем значении ω стержень отклонится от вертикали?</p>

Д6.9.



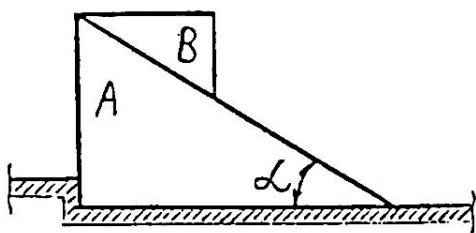
Барабан лебедки радиусом r , установленной на жёсткой балке АВ, вращается с угловым ускорением ϵ . Масса поднимаемого груза - m , момент инерции барабана лебёдки вместе с двигателем равен J_c , длина балки - l . Определить реакции заделки жёсткой консольной балки АВ. Массой каната и балки пренебречь.

Д6.10.



Барабан лебедки радиусом r , установленной на жёсткой балке АВ, вращается с угловым ускорением ϵ . Масса поднимаемого груза - m , масса лебедки - M . Пренебрегая массами каната и самой балки, определить реакции опор А и В. Центр тяжести О барабана находится на одинаковом расстоянии от опор А и В.

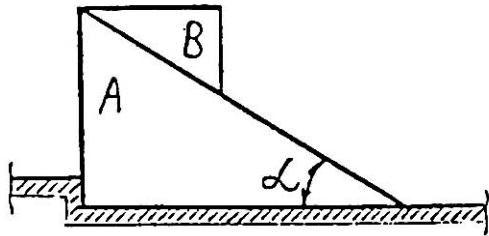
Д6.11.



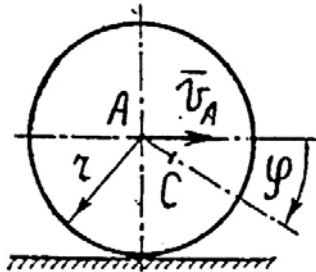
Клин В массой m опускается по поверхности клина А, образующей с горизонтом угол α . Определить давление клина А на горизонтальную плоскость, если его масса равна M .

Д6.12.

Клин В массой m опускается по поверхности клина А, образующей с горизонтом угол α . Определить давление клина А на вертикальный выступ пола.

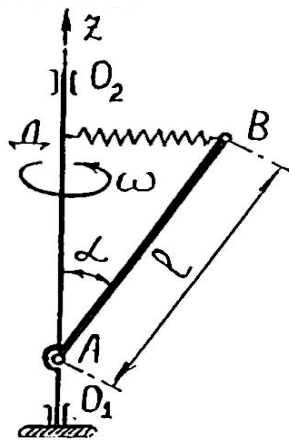


Д6.13.



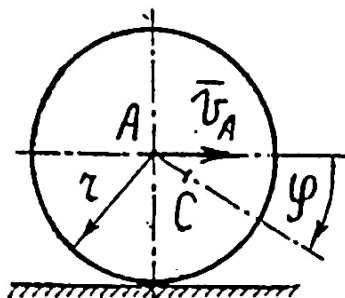
Ось колеса А массой $m = 300$ кг, радиусом $r = 0,5$ м движется с постоянной скоростью $V_A = 20$ м/с. Центр тяжести С колеса смещен от его оси А на расстояние $AC = h = 0,02$ м. Определить давление колеса на рельс, когда его центр тяжести занимает наивысшее положение. Колесо катится без скольжения.

Д6.14.



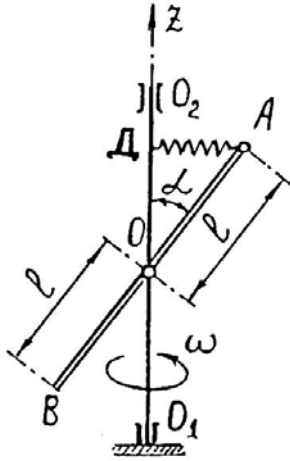
Тонкий однородный стержень АВ массой m , длиной l , закрепленный на оси O_1O_2 в точке А, вращается вокруг этой оси с постоянной угловой скоростью ω , образуя с ней угол α . Определить усилие в пружине ВД.

Д6.15.



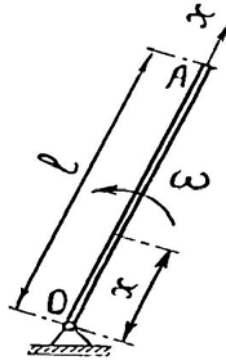
Ось колеса А массой $m = 300$ кг, радиусом $r = 0,5$ м движется с постоянной скоростью $V_A = 20$ м/с. Центр тяжести С колеса смещен от его оси А на расстояние $AC = h = 0,02$ м. Определить давление колеса на рельс, когда его центр тяжести занимает наинизшее положение. Колесо катится без скольжения.

Д6.16



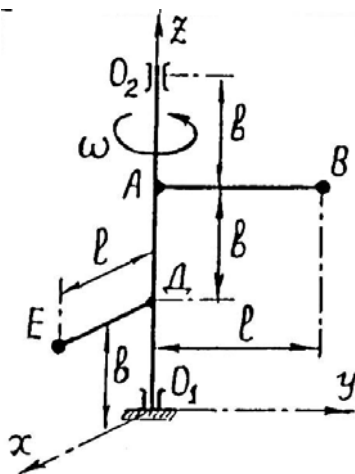
Тонкий однородный стержень АВ массой m , длиной $2l$, закрепленный шарнирно в своей середине O на оси O_1O_2 , вращается вокруг этой оси с постоянной угловой скоростью ω . При этом он удерживается в положении, образующем угол α с осью O_1O_2 , при помощи пружины АД. Определить усилие в пружине.

Д6.17.



Тонкий однородный стержень ОА массой m , длиной l вращается с постоянной угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси O . Определить продольное растягивающее усилие в сечении стержня в функции его координаты x .

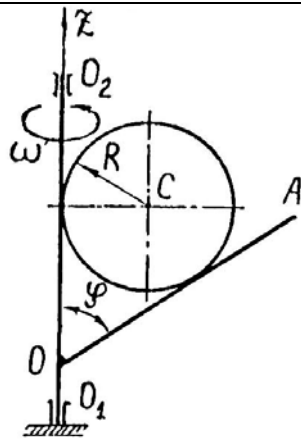
Д6.18.



Тонкие однородные стержни АВ и ДЕ массами m , на концах которых закреплены точечные грузы В и Е тоже массами m , вращаются вокруг неподвижной оси O_1O_2 . Оба стержня перпендикулярны к оси вращения, причём $AB \parallel O_1y$; $DE \parallel O_1x$. Даны размеры: $O_1D = DA = AO_2 = b$; $AB = DE = l$. Определить реакции подпятника и подшипника.

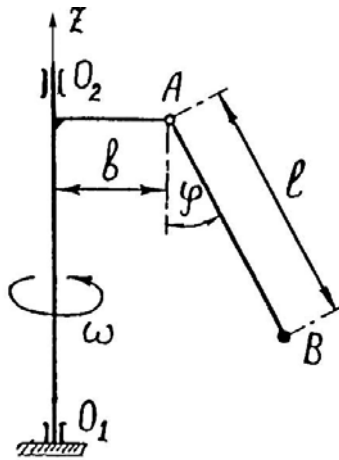
Д6.19.

Тонкий однородный и гладкий



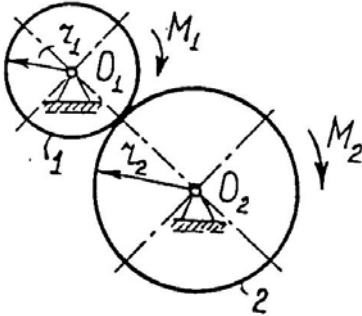
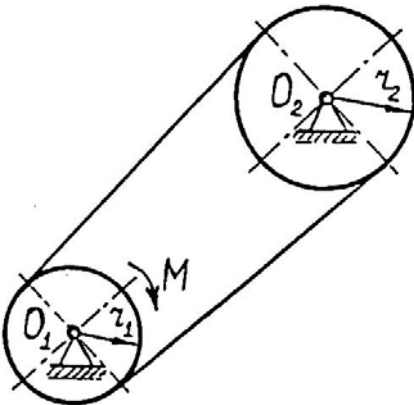
диск массой m , радиусом R установлен между валом $O_1 O_2$ и стержнем OA , приваренным к валу под углом φ . Стержень и вал вращаются вместе с диском с постоянной угловой скоростью ω . Определить давление диска на стержень и вал.

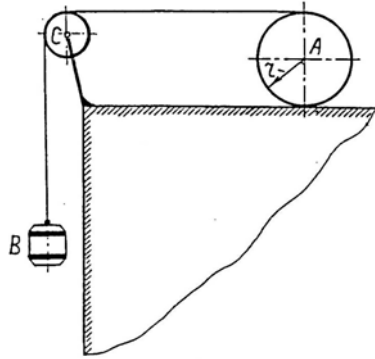
Д6.20.



• Невесомый стержень AB длиной l , на конце которого расположен точечный груз B , вращается вокруг оси $O_1 O_2$ с постоянной угловой скоростью ω . Расстояние от шарнира A до оси вращения равно b . Определить значение ω , если стержень отклонится от вертикали на угол φ .

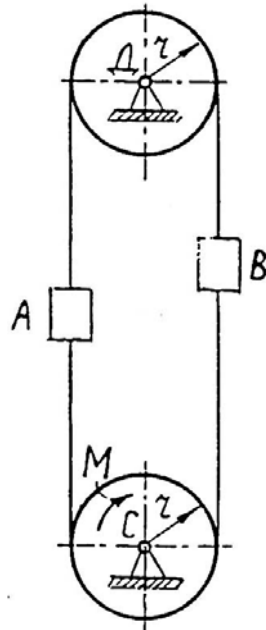
Задача Д7
ОБЩЕЕ УРАВНЕНИЕ ДИНАМИКИ. ПРИНЦИП
ДАЛАМБЕРА

<p>Д7.1.</p> 	<p>В передаче вращением колесо 1 приводится в движение моментом M_1, к колесу 2 приложен момент сопротивления M_2. Найти угловое ускорение первого колеса, считая колёса однородными дисками, массы которых - m_1 и m_2 а радиусы - r_1, и r_2.</p>
<p>Д7.2.</p> 	<p>Два шкива радиусами r_1, и r_2 и массами m_1 и m_2, соединённые ремнём, вращаются вокруг параллельных неподвижных осей O_1 и O_2. Найти угловое ускорение первого шкива, если к нему приложен вращающий момент M. Шкивы считать однородными дисками. Трением в осях, скольжением ремня и массой ремня пренебречь.</p>
<p>Д7.3.</p>	<p>Груз В массой l, приводит в движение Цилиндрический каток А массой m и радиусом r двигается при помощи нити, намотанной на каток. Определить ускорение груза В, если каток катится без скольжения, а</p>



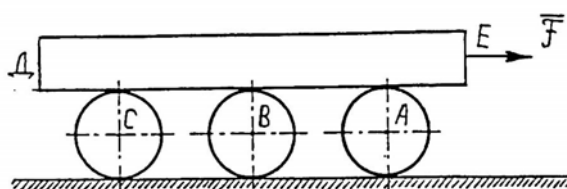
коэффициент трения качения равен δ .
 Массой блока С пренебречь.

Д7.4.



К нижнему шкиву С подъёмника
 приложен вращающий момент M .
 Определить ускорение груза А массой m_1
 поднимаемого вверх, если масса
 противовеса В равна m_2 , а шкивы С и Д
 радиусами r и массой m каждый
 представляют собой однородные круглые
 цилиндры. Массой ремня пренебречь

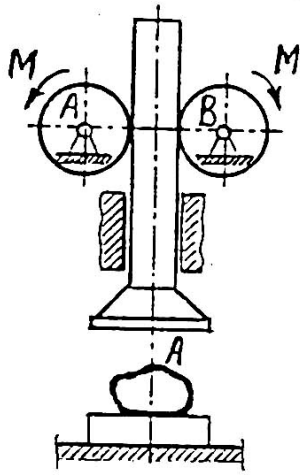
Д7.5.



Плита ДЕ массой M , лежит на трёх
 катках А, В и С массой m каждый. К
 плите приложена по горизонтали вправо
 сила F , приводящая в движение плиту и
 катки. Скольжение между плитой и
 катками, а также между катками и
 горизонтальной плоскостью отсутствует.
 Определить ускорение плиты ДЕ. Катки
 считать однородными круглыми
 цилиндрами.

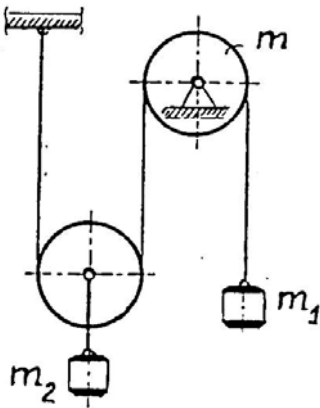
Д7.6.

Фрикционный молот состоит из
 двух роликов и падающей ударной части.
 Масса каждого ролика равна m , ролики



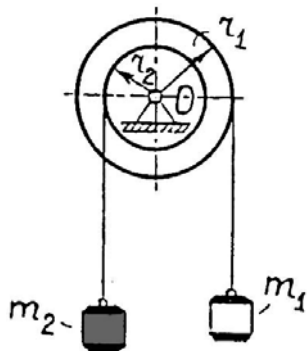
считать однородными дисками. Найти ускорение падающей Ударной части массы m , при её движении вверх, если к роликам приложены равные моменты M . Определить ускорение падающей ударной части при её движении вниз из состояния покоя ($M = 0$). Скольжение между падающей частью и роликами отсутствует.

Д7.7.



К системе блоков подвешены грузы массами m_1 и m_2 . Определить ускорение a_1 груза массой m_1 , если масса неподвижного блока равна m , а его радиус инерции относительно оси вращения O равен ρ . Массой подвижного блока пренебречь.

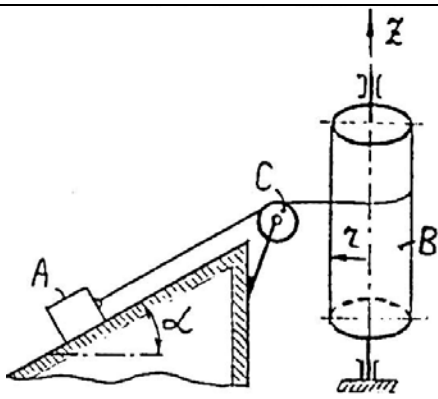
Д7.8.



Два груза массами m_1 и m_2 подвешены на двух нитях, навёрнутых на барабаны с общей осью вращения. Радиусы барабанов равны r_1 и r_2 ; момент инерции барабанов относительно оси вращения O равен J_0 . Определить угловое ускорение барабанов.

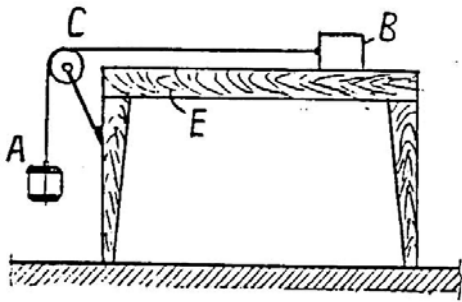
Д7.9.

Груз A массой m_A опускаясь по наклонной шероховатой плоскости с углом α , приводит во вращение при помощи нити барабан B массой m_2 и радиусом r . Определить угловое



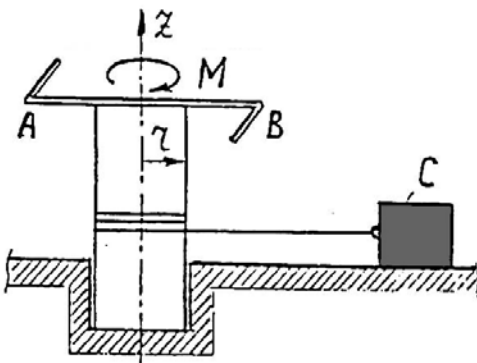
ускорение барабана, считая его однородным круглым цилиндром. Массой нити и блока пренебречь. Коэффициент трения между грузом и плоскостью равен f

Д7.10.



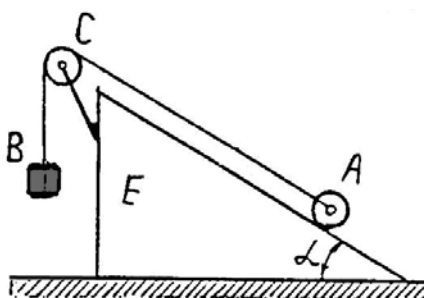
Груз А массой m_A опускаясь вниз, приводит в движение посредством нити, переброшенной через невесомый блок С, груз В массой m_B . Определить давление стола Е на пол, если масса стола равна m .

Д7.11.



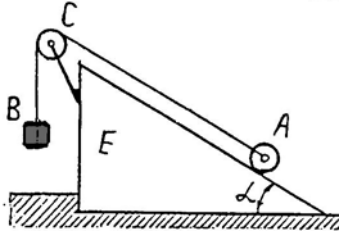
Вал кабестана (механизма для перемещения грузов) радиусом r приводится в движение постоянным вращающим моментом M , приложенным к рукоятке АВ. Определить ускорение груза С массой m , если коэффициент трения скольжения груза о горизонтальную плоскость равен f . Момент инерции кабестана относительно оси вращения равен J_z . Массой каната пренебречь.

Д7.12.



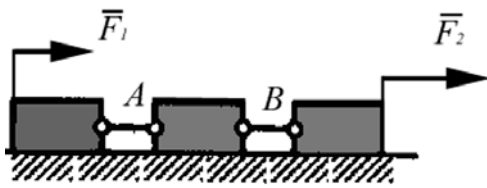
Ролик А массой m_1 , скатываясь без скольжения вниз по призме Е, приводит в движение посредством нити, переброшенной через невесомый блок С, груз В массой m_2 . определить давление призмы Е на горизонтальную плоскость, если масса этой призмы равна m .

Д7.13.



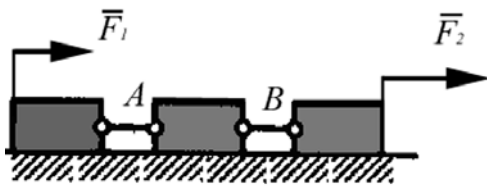
Ролик А массой m_1 , скатываясь без скольжения вниз по призме Е, приводит в движение посредством нити, переброшенной через невесомый блок С, груз В массой m_2 . Определить давление призмы Е на вертикальный выступ пола.

Д7.14.



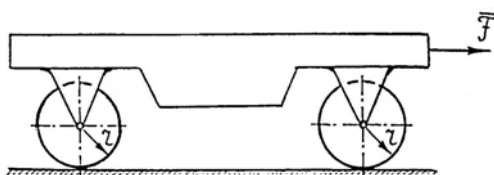
Три тела с одинаковыми массами соединены стержнями и движутся по горизонтальной направляющей под действием сил $F_1 = 9 \text{ кН}$ и $F_2 = 27 \text{ кН}$. Определить усилие в стержне А.

Д7.15.



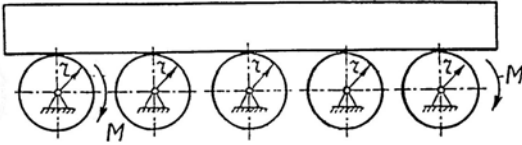
Три тела с одинаковыми массами соединены стержнями и движутся по горизонтальной направляющей под действием сил $F_1 = 3 \text{ кН}$ и $F_2 = 12 \text{ кН}$. Определить усилие в стержне В, если коэффициент трения между поверхностью и телами равен f .

Д7.16.



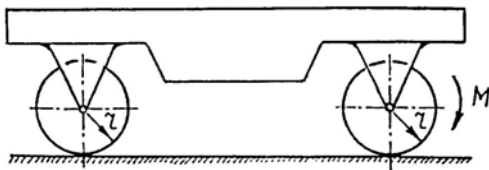
Тележка начинает движение без скольжения из состояния покоя под действием горизонтальной силы F . Масса тележки без колёс равна m_1 масса каждого из четырёх колёс радиусом r равна m , коэффициент трения качения δ . Определить ускорение тележки, считая колёса однородными дисками.

Д7.17.



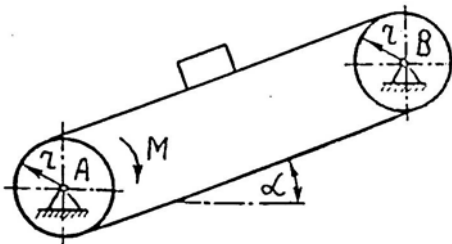
Пять однородных роликов массой m и радиусом r каждый перемещают горизонтальную плиту массой m_1 . К двум крайним роликам приложен вращающий момент M . Определить ускорение плиты, полагая, что она движется по роликам без скольжения.

Д7.18.



Тележка начинает движение из состояния покоя под действием момента M , приложенного к передним колёсам. Масса тележки без колёс равна m_1 , масса каждого из четырёх колёс радиусом r равна m_2 , коэффициент трения качения δ . Определить ускорение тележки, считая колёса однородными дисками.

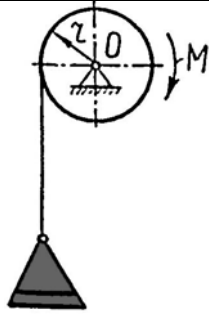
Д7.19



Транспортёр приводится в движение из состояния покоя моментом M , приложенным к нижнему шкиву. Определить ускорение груза массой m_1 , если шкивы А и В радиусом r и массой m_2 каждый представляют собой однородные круглые цилиндры. Лента транспортёра, массой которой следует пренебречь, образует с горизонтом угол α . Скольжение ленты по шкивам и груза по ленте отсутствует.

Д7.20.

Барaban массой m и радиусом z



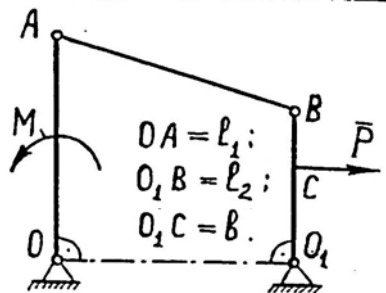
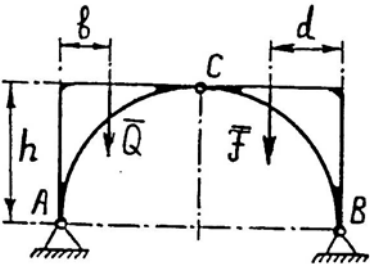
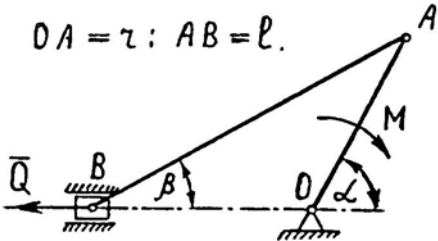
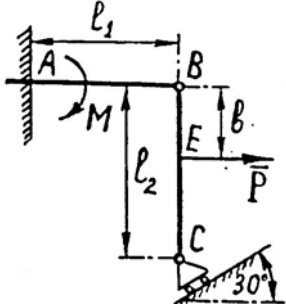
приводится во вращательное движение из состояния покоя моментом M .

Определить ускорение поднимаемого с помощью троса груза массой m_1 . Барабан считать однородным цилиндром, массой троса пренебречь.

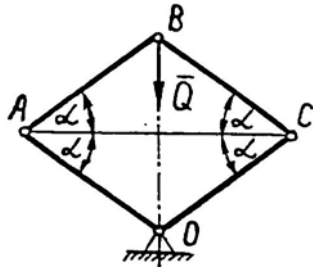
Задача Д8

ПРИНЦИП ВОЗМОЖНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

Механизмы и составные конструкции, показанные на рис. Д8.1 — Д8.20, находятся в состоянии равновесия.

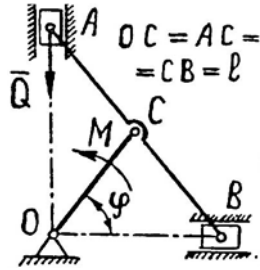
<p>Д8.1.</p>  <p> $OA = l_1;$ $O_1B = l_2;$ $O_1C = b.$ </p>	<p>Дано значение силы P. Найти значение момента M.</p>
<p>Д8.2.</p> 	<p>• Найти вертикальную составляющую реакции шарнира В составной конструкции.</p>
<p>Д8.3.</p> <p>$OA = r; AB = \rho.$</p> 	<p>Дано значение силы Q. Найти значение момента M.</p>
<p>Д8.4.</p> 	<p>Определить реактивный момент заделки А составной конструкции.</p>

Д8.5.



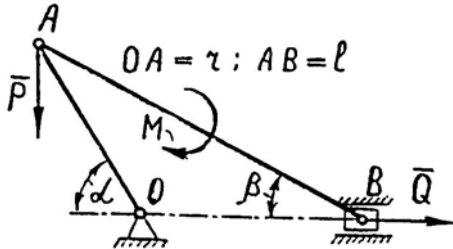
Определить натяжение нити AC, связывающей вершины A и C шарнирного ромба OABC.

Д8.6.



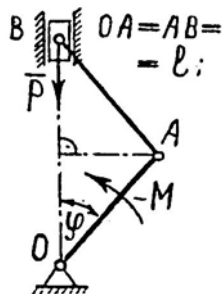
Дано значение момента M .
Найти значение силы Q .

Д8.7.



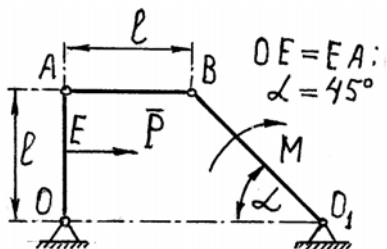
Найти значение момента M .

Д8.8.



Дано значение момента M .
Найти значение силы P .

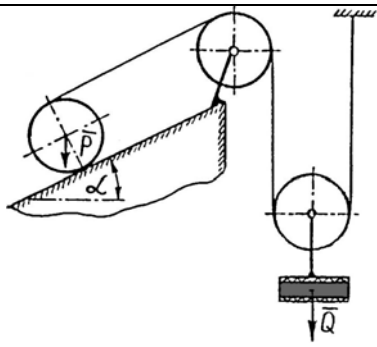
Д8.9.



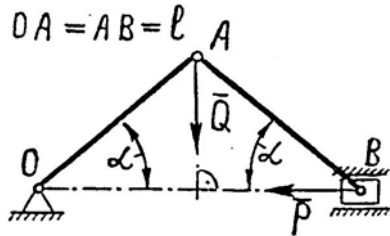
Определить значение момента M .

Д8.10.

Определить значение силы Q

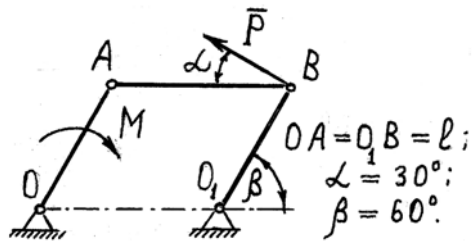


Д8.11.



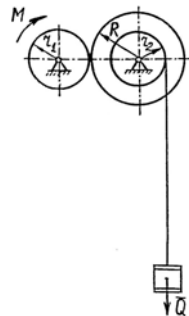
Определить значение силы P .

Д8.12.



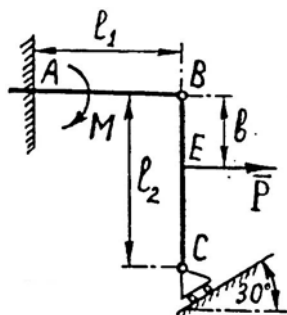
Определить значение силы P .

Д8.13.



Определить значение силы Q .

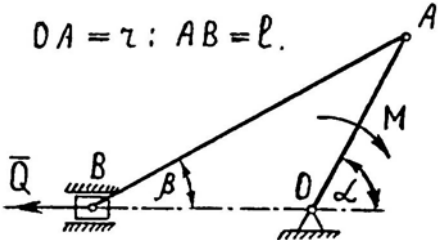
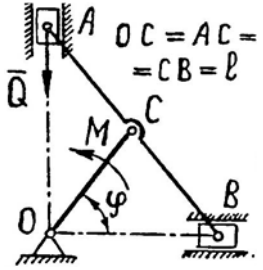
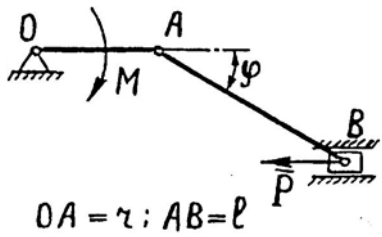
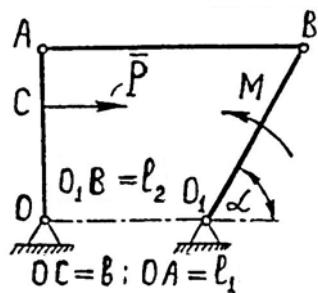
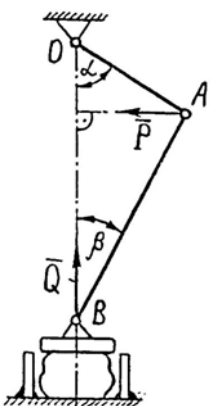
Д8.14.

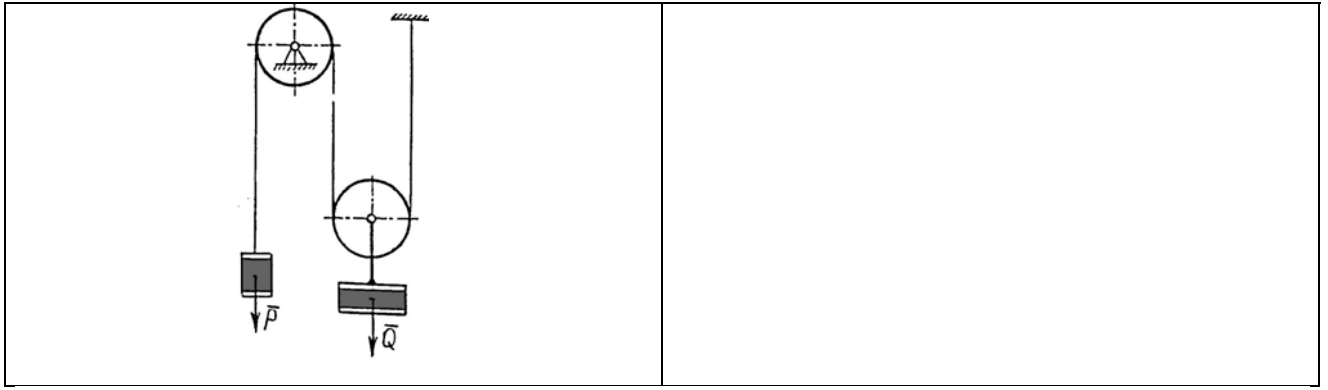


Найти реактивный момент заделки A составной конструкции.

Д8.15.

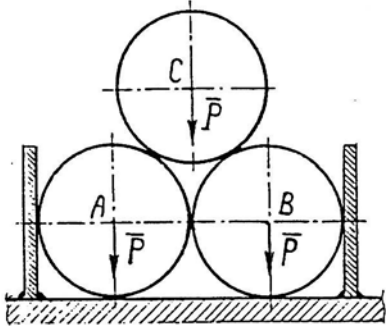
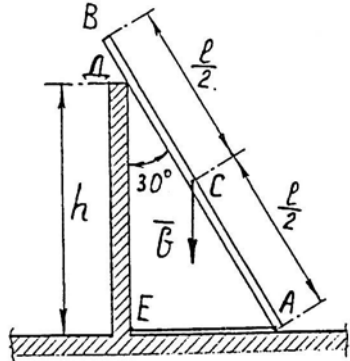
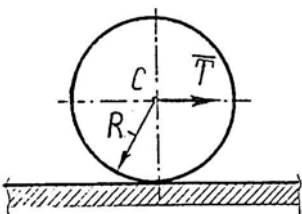
Определить значение момента M .

<p>$OA = r; AB = l.$</p> 	
<p>Д8.16.</p>  <p>$OC = AC = CB = l$</p>	<p>Определить значение силы Q.</p>
<p>Д8.17.</p>  <p>$OA = r; AB = l$</p>	<p>Определить значение момента M.</p>
<p>Д8.18.</p>  <p>$OC = b; OA = l_1$ $O_1B = l_2$</p>	<p>Дано значение момента M. Найти значение силы P.</p>
<p>Д8.19.</p> 	<p>Дано значение силы Q. Найти значение силы P.</p>
<p>Д8.20.</p>	<p>Дано значение силы P. Найти значение силы Q.</p>



Задача Д9

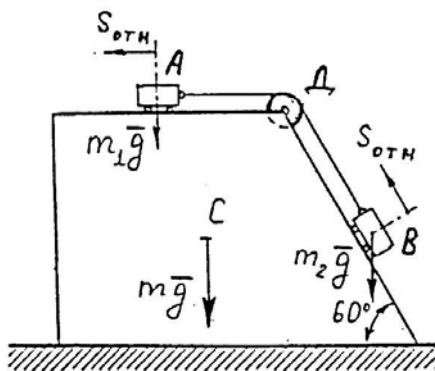
СМЕШАННЫЕ ЗАДАЧИ

<p>Д9.1.</p> 	<p>Три трубы А, В и С весом P каждая лежат как указано на рисунке к задаче. Найти силы, с которыми нижние трубы дают на удерживающие их вертикальные стенки. Расстояние между стенками такое, что нижние трубы одна на другую не дают.</p>
<p>Д9.2.</p> 	<p>Однородная балка АВ весом 600 Н и длиной $l=4\text{ м}$ опирается одним концом на гладкий пол, а промежуточной точкой Д - на столб высотой $h=3\text{ м}$, образуя с вертикалью угол 30°. Балка удерживается в таком положении верёвкой АЕ, протянутой по полу. Пренебрегая трением, определить натяжение верёвки, реакции столба и пола.</p>
<p>Д9.3.</p> 	<p>Ось ведомого колеса автомобиля движется горизонтально и прямолинейно. К оси колеса приложена горизонтально направленная сила T. Радиус колеса - R, радиус инерции колеса относительно оси вращения - ρ_c,</p>

	<p>коэффициент трения скольжения - f, коэффициент трения качения - δ.</p> <p>Какому условию должна удовлетворять тяговая сила T для того, чтобы качение колеса происходило без скольжения?</p>
<p>Д9.4.</p> 	<p>Однородный цилиндр с горизонтальной осью вращения скатывается под действием силы тяжести со скольжением по наклонной плоскости при коэффициенте трения скольжения f. Определить угол наклона плоскости к горизонту и ускорение оси цилиндра.</p>
<p>Д9.5.</p> 	<p>Однородный стержень АВ массой m горизонтально подвешен к потолку посредством двух вертикальных нитей, прикрепленных к концам стержня. Найти натяжение одной из нитей в момент обрыва другой.</p>
<p>Д9.6.</p> 	<p>По призме С массой $m = 7 \text{ кг}$ могут двигаться тележки А и В массами и, $m_1 = 1 \text{ кг}$ и $m_2 = 2 \text{ кг}$ соответственно. Тележки связаны невесомой нитью, переброшенной через неподвижный блок Д. В начальный момент система находится</p>

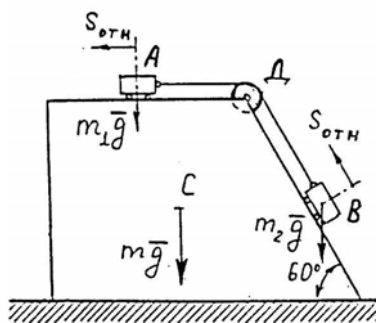
в покое, затем тележка А начинает двигаться относительно призмы влево по закону $S_{отн} = 5t^2$ [м]. Определить давление призмы на горизонтальную плоскость.

Д9.7.



По призме С массой $m = 7$ кг могут двигаться тележки А и В массами и, $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 2$ кг соответственно. Тележки связаны невесомой нитью, переброшенной через неподвижный блок Д. В начальный момент система находится в покое, затем тележка А начинает двигаться относительно призмы влево по закону $S_{отн} = 5t^2$ [м]. Определить ускорение призмы.

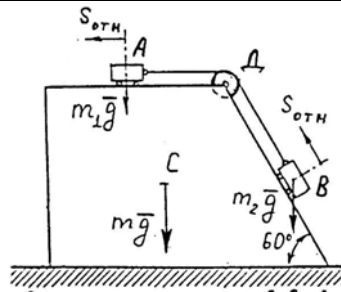
Д9.8.



По призме С массой $m = 7$ кг могут двигаться тележки А и В массами и, $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 2$ кг соответственно. Тележки связаны невесомой нитью, переброшенной через неподвижный блок Д. В начальный момент система находится в покое, затем тележка А начинает двигаться относительно призмы влево по закону $S_{отн} = 5t^3$ [м]. Определить скорость призмы при $t = 0,5$ с.

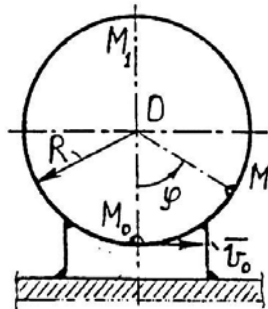
Д9.9.

По призме С массой $m = 7$ кг



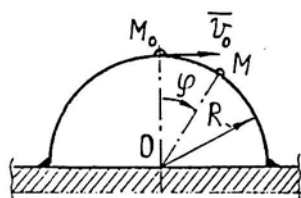
могут двигаться тележки А и В массами и, $m_1 = 1 \text{ кг}$ и $m_2 = 2 \text{ кг}$ соответственно. Тележки связаны невесомой нитью, переброшенной через неподвижный блок Д. В начальный момент система находится в покое, затем тележка А начинает двигаться относительно призмы влево по закону $S_{отн} = 5t^3 \text{ [м]}$. Определить перемещение призмы при $t = 0,5 \text{ с}$.

Д9.10.



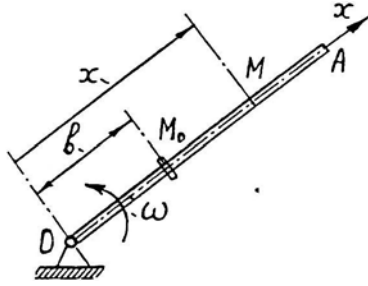
Тело, размерами которого можно пренебречь, установлено в нижней точке внутренней поверхности неподвижного цилиндра радиусом R . Какую начальную горизонтальную скорость V_0 , направленную по касательной к цилиндру, нужно сообщить телу, чтобы оно достигло верхней точки цилиндра. Сопротивлением движению тела пренебречь.

Д9.11.



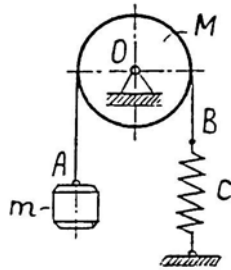
Камень, находящийся на вершине гладкого полусферического купола радиусом R , получает начальную горизонтальную скорость V_0 . В каком месте камень покинет купол? При каких значениях скорости V_0 камень сойдёт с купола в его верхней точке в начальный момент?

Д9.12.



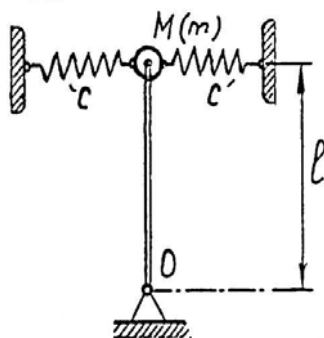
Стержень OA вращается в горизонтальной плоскости вокруг оси O с постоянной угловой скоростью ω . На стержне находится кольцо M, которое удерживается нитью в положении M_0 . В некоторый момент нить пережигается и кольцо начинает движение по стержню. Найти уравнение движения кольца по стержню. Пренебречь трением.

Д9.13.



Определить период малых свободных колебаний диска массой M с прикрепленным к нему грузом массой m . Трением в оси O и массой нити AB, переброшенной через блок и соединяющей груз с пружиной жёсткостью c , пренебречь.

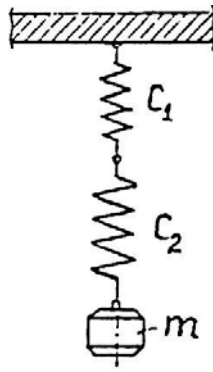
Д9.14.



Определить период малых свободных колебаний астатического маятника. Маятник состоит из жёсткого стержня длиной l , несущего на конце шарик массой m , зажатый между двумя горизонтальными пружинами жёсткости c . Массой стержня и трением в оси O пренебречь; пружины в положении равновесия считать ненапряжёнными. Найти условие устойчивости вертикального равновесного положения

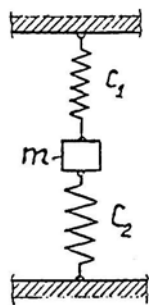
	маятника.
Д9.15.	Груз m . падая с высоты $H = 1 \text{ м}$ без начальной скорости, ударяется об упругую балку в её середине; концы балки закреплены. Написать уравнение дальнейшего движения груза на балке, если её статический прогиб при указанной нагрузке равен $0,005\text{м}$; массой балки пренебречь.
Д9.16.	Определить период свободных колебаний фундамента машины, поставленного на упругий грунт, если масса фундамента с машиной 90000 кг , площадь подошвы фундамента $S = 15 \text{ м}^2$, коэффициент жёсткости грунта $\lambda = X5$, где $L - 30 \text{ Н/см}^3$ -удельная жёсткость грунта.
Д9.17.	При равномерном спуске груза массой $m = 500 \text{ кг}$ со скоростью $V = 1 \text{ м/с}$ произошла неожиданная задержка верхнего конца троса, на котором опускался груз, из-за защемления троса в обойме блока. Пренебрегая массой троса, определить его наибольшее натяжение при последующих колебаниях груза, если коэффициент жёсткости троса $C = 10^6 \text{ Н/м}$.

Д9.18.



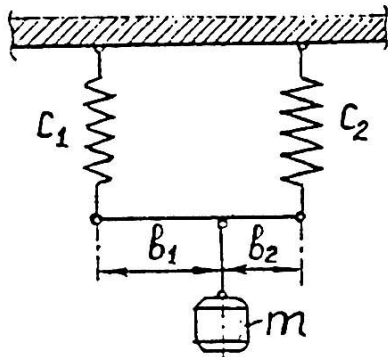
Определить период свободных колебаний груза массой m , подвешенного на двух последовательно соединённых пружинах с разными коэффициентами жёсткости C_1 и C_2 . Найти коэффициент жёсткости пружины, эквивалентной данной двойной пружине.

Д9.19.



Определить период свободных колебаний груза массой m , зажатого между двумя пружинами с разными коэффициентами жёсткости C_1 и C_2 .

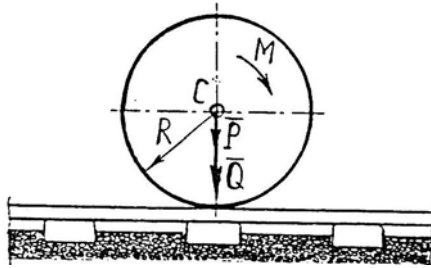
Д9.20.



Определить период свободных колебаний груза массой m , прикрепленного к двум параллельно включенным пружинам. Груз расположен так, что удлинение обеих пружин, обладающих заданными коэффициентами жёсткости C_1 и C_2 , ($C_1 = C_2$). Найти коэффициент жёсткости пружины, эквивалентной данной двойной пружине.

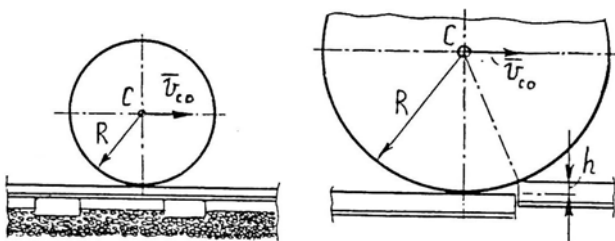
Задача Д10
ЗАДАЧИ ПО ВОПРОСАМ ТЕХНИКИ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Д10.1. Д10.2.



К ведущему колесу электровоза приложена сила давления со стороны верхнего строения О, сила тяжести P , а также тяговый момент M , развиваемый электродвигателем. Радиус колеса - R , радиус инерции относительно оси вращения - ρ_c , коэффициент трения скольжения - δ и коэффициент трения качения - f . Какое условие должен удовлетворять тяговый момент M для того, чтобы качение колеса происходило без скольжения.

Д10.3. Д10.4.

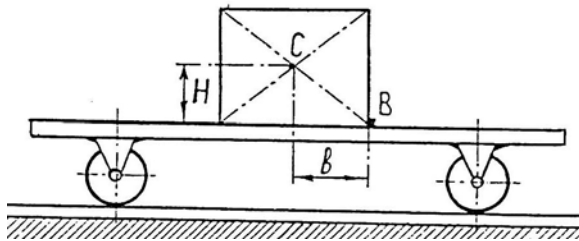


Колесо вагона радиусом $R = 0,5 \text{ м}$, имеющее горизонтальную скорость $V_{co} = 5 \text{ м/с}$, наталкивается на уступ рельсового звена высотой $h = 0,025 \text{ м}$. Определить скорость оси колеса после подъёма на высоту h , если в точке контакта колёс с уступом А при ударе не произошло ни отскакивания, ни скольжения.

Д10.5., Д10.6.

Вагон массой $M = 60 \text{ т}$, двигаясь со скоростью 1 м/с , наталкивается автосцепкой на неподвижный упор. Определить усилие удара, если жёсткость амортизатора автосцепки равна 10000 Н/мм . Массой колёс вагона пренебречь.

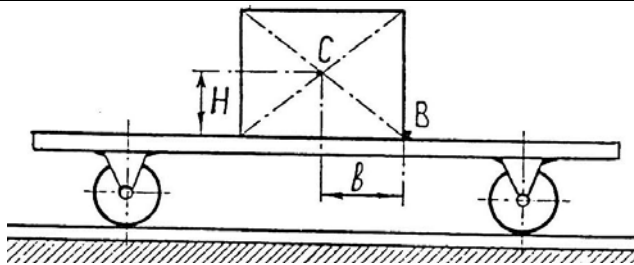
Д10.7., Д10.8.



Платформа с помещенным на ней призматическим грузом катится по горизонтальным рельсам со скоростью V . На платформе имеется выступ, в который упирается ребро В груза, препятствуя грузу скользить по платформе вперёд, но не препятствуя его вращению вокруг ребра В. Высота центра масс груза над платформой равна H , ρ - радиус инерции груза относительно ребра (оси опрокидывания) В. Определить скорость платформы, соответствующую опрокидыванию груза при мгновенной остановке платформы. Расстояние от центра масс груза до ребра В по горизонтали равно b .

Д10.9., Д10.10.

Платформа с помещенным на ней призматическим грузом катится по



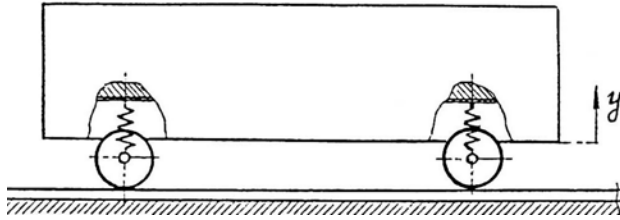
горизонтальным рельсам со скоростью V . На платформе имеется выступ, в который упирается ребро B груза, препятствуя грузу скользить по платформе вперёд, но не препятствуя его вращению вокруг ребра B . Высота центра масс груза над платформой равна H , ρ - радиус инерции груза относительно ребра (оси опрокидывания) B . Определить угловую скорость ω вращения груза вокруг ребра B в момент мгновенной остановки платформы.

Д10.11., Д10.12.

Определить критическую скорость движения вагона, соответствующую совпадению частот вынужденных и собственных колебаний (зона резонанса). Длина рельсового звена $L = 12,5 \text{ м}$ и $L = 25 \text{ м}$; статический прогиб рессор $\lambda_{ст} = 0,2 \text{ м}$ (пассажирский вагон); $\lambda_{ст} = 0,05 \text{ м}$ (грузовой гружёный вагон).

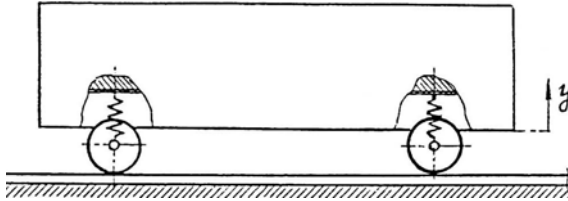
Д10.13., Д10.14.

На каждую рессору вагона приходится нагрузка P [н]. Под этой нагрузкой рессора прогибается на $0,05 \text{ м}$. Определить период T [с] собственных колебаний вагона на



рессорах. Сила упругости рессоры пропорциональна стреле её прогиба.

Д10.15., Д10.16.



Масса кузова вагона равна 10000 кг, масса тележек с колесами равна 1200кг. Определить силу наибольшего и наименьшего давления вагона на рельсы горизонтального прямолинейного участка пути, если на ходу кузов вагона совершает на рессорах вертикальные гармонические колебания по закону $y = A \sin kt$, где $A = 0,02 м$, $k = 10 с^{-1}$

Д10.17.

Локомотив движется по кривой радиусом $R = 450 м$. Наружный и внутренний рельсы лежат на одной горизонтали, расстояние между рельсами (колея) $L = 1520 мм$. Центр тяжести локомотива находится на высоте $H = 2 м$ над уровнем рельса. Определить значение скорости локомотива, при котором давление его колёс на внутренний рельс равно нулю. Масса кузова вагона - 10000 кг, масса тележек с колёсами - 1200 кг.

<p>Д10.18.</p>	<p>Железнодорожный поезд идёт со скоростью $V = 15 \text{ м/с}$ по рельсам, проложенным по меридиану с юга на север. Масса поезда - 2000 т. Определить боковое давление поезда на рельсы, если: 1) он пересекает в данный момент северную широту 60°; 2) он идёт в этом же месте с севера на юг.</p>
<p>Д10.19.</p>	<p>На криволинейных участках пути возвышают наружный рельс над внутренним для того, чтобы сила давления проходящего поезда на рельсы была направлена перпендикулярно полотну дороги. Определить величину h возвышения наружного рельса над внутренним при следующих данных: радиус закругления $R = 400 \text{ м}$, скорость поезда $V=10 \text{ м/с}$, расстояние между рельсами (колея) - $1,52 \text{ м}$.</p>
<p>Д10.20.</p>	<p>В вагоне поезда, идущего сначала по прямолинейному участку пути, а затем по закруглённому со скоростью 20 м/с, производится взвешивание</p>

некоторого груза на пружинных весах. Весы в первом случае показывают **50 Н**, а на закруглении - **57 Н**. Определить радиус закругления пути.

Приложение 1

(МИИТ)

РОССИЙСКАЯ ОТКРЫТАЯ АКАДЕМИЯ ТРАНСПОРТА

Кафедра “Теоретическая и Прикладная Механика”

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №

п о д и с ц и п л и н е

“Теоретическая механика”

СТУДЕНТА КУРСА

_____ Шифр _____

(подпись)

отметка о зачете

Рецензент

(подпись)
