

Вечерняя физико-математическая школа при МГТУ им. Н. Э. Баумана

Домашнее задание по физике для групп С

Динамика

Ягодкин Д.И., Садовников С.В., Харитонов Н.Ю., Кубрик И.Д., Тактаров А., Седова Н.К.



Москва 2004 г.

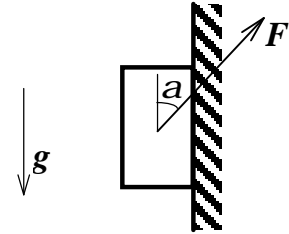
Вар.	Номера задач														
	1.8	2.1	3.1	4.1	5.7	6.4	7.2	8.1	9.1	10.1	11.1	12.7	13.7	14.1	15.1
1	1.8	2.1	3.1	4.1	5.7	6.4	7.2	8.1	9.1	10.1	11.1	12.7	13.7	14.1	15.1
2	1.7	2.2	3.2	4.2	5.3	6.3	7.6	8.2	9.2	10.2	11.2	12.6	13.1	14.6	15.2
3	1.6	2.3	3.3	4.6	5.5	6.6	7.4	8.3	9.3	10.3	11.3	12.5	13.2	14.2	15.3
4	1.5	2.4	3.4	4.4	5.2	6.1	7.1	8.4	9.1	10.4	11.4	12.4	13.5	14.5	15.4
5	1.4	2.5	3.5	4.5	5.1	6.2	7.3	8.5	9.2	10.5	11.5	12.3	13.4	14.3	15.5
6	1.3	2.1	3.6	4.3	5.4	6.5	7.7	8.6	9.3	10.6	11.6	12.2	13.5	14.4	15.6
7	1.1	2.2	3.7	4.7	5.2	6.3	7.4	8.1	9.1	10.7	11.7	12.1	13.3	14.3	15.1
8	1.8	2.3	3.8	4.6	5.6	6.4	7.2	8.2	9.2	10.8	11.8	12.7	13.6	14.3	15.2
9	1.7	2.4	3.9	4.2	5.4	6.5	7.5	8.3	9.3	10.9	11.9	12.6	13.2	14.4	15.3
10	1.6	2.5	3.10	4.4	5.3	6.6	7.1	8.4	9.1	10.10	11.1	12.5	13.8	14.2	15.4
11	1.5	2.1	3.11	4.1	5.5	6.1	7.6	8.5	9.2	10.1	11.2	12.4	13.5	14.5	15.5
12	1.4	2.2	3.12	4.3	5.2	6.3	7.4	8.6	9.3	10.2	11.3	12.3	13.1	14.1	15.6
13	1.2	2.3	3.13	4.7	5.7	6.2	7.3	8.1	9.1	10.3	11.4	12.2	13.6	14.6	15.1
14	1.3	2.4	3.14	4.2	5.5	6.6	7.2	8.2	9.2	10.4	11.5	12.1	13.7	14.1	15.2
15	1.2	2.5	3.15	4.1	5.1	6.4	7.7	8.3	9.3	10.5	11.6	12.7	13.4	14.6	15.3
16	1.1	2.1	3.16	4.5	5.5	6.3	7.4	8.4	9.1	10.6	11.7	12.6	13.2	14.2	15.4
17	1.8	2.2	3.17	4.3	5.2	6.2	7.1	8.5	9.2	10.7	11.8	12.5	13.3	14.5	15.5
18	1.7	2.3	3.18	4.6	5.6	6.5	7.5	8.6	9.3	10.8	11.9	12.4	13.5	14.3	15.6
19	1.6	2.4	3.19	4.1	5.4	6.6	7.3	8.1	9.1	10.9	11.1	12.7	13.8	14.4	15.1
20	1.5	2.5	3.20	4.2	5.3	6.5	7.2	8.2	9.2	10.10	11.2	12.6	13.4	14.4	15.2
21	1.2	2.1	3.21	4.4	5.7	6.1	7.6	8.3	9.3	10.1	11.3	12.5	13.6	14.3	15.3
22	1.4	2.2	3.1	4.5	5.2	6.4	7.7	8.4	9.1	10.2	11.4	12.4	13.5	14.5	15.4
23	1.3	2.3	3.2	4.7	5.6	6.3	7.2	8.5	9.2	10.3	11.5	12.3	13.3	14.2	15.5
24	1.1	2.4	3.4	4.3	5.7	6.5	7.1	8.6	9.3	10.4	11.6	12.2	13.1	14.6	15.6
25	1.8	2.5	3.5	4.4	5.3	6.2	7.4	8.1	9.1	10.5	11.7	12.1	13.5	14.1	15.1

**Требования к оформлению домашних заданий по физике
учащимися ФМШ при МГТУ им. Н.Э. Баумана.**

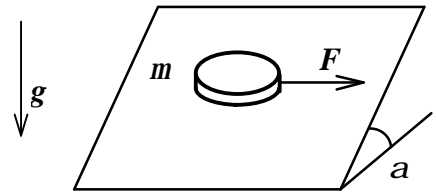
1. Домашнее задание по физике выполняется в тетради 12 или 18 листов (или, по требованию преподавателя, на хорошо скреплённых листах формата А4). На обложке должны быть написаны предмет, группа, номер варианта, фамилия и имя школьника, а также фамилия и инициалы преподавателя.
2. Перед решением задачи обязательно должно быть написано ее условие.
3. Каждая задача начинается с новой страницы (за исключением, быть может, очень коротких задач).
4. Если это необходимо, решение задачи должно быть снабжено рисунком. В случае, если в ходе решения задачи используется проецирование на координатные оси, решение задачи обязательно должно быть снабжено рисунком, на котором изображены эти координатные оси. Неочевидные этапы решения задачи должны быть снабжены комментариями, поясняющими ход решения задачи и используемые обозначения.
5. При решении задачи, прежде чем подставлять числа, необходимо получить ответ в аналитическом виде.
6. После того, как получен ответ в аналитическом виде, должна быть произведена проверка размерности.
7. В конце решения задачи должен быть подробно записан ответ. В ответе должно содержаться как численное значение (если в условии задачи есть числа), так и аналитическое выражение.

1.1. Какой путь s за время t пройдёт “юзом” (то есть без вращения колёс) воз массы m , если щука и рак тянут его в противоположные стороны по горизонтали с силами F_1 и F_2 , а лебедь тянет с силой F_3 в ту же сторону, что и рак, но под углом α к горизонту? Коэффициент трения между колёсами и поверхностью земли равен μ . Начальная скорость воза V_0 .

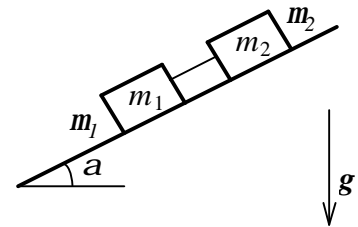
1.2. Тело массы m движется вверх по вертикальной стене под действием силы F , направленной под углом α к вертикали. Найдите ускорение тела. Коэффициент трения между телом и стеной равен μ . При какой величине силы движение будет равномерным?



1.3. На плоскости, образующей угол α с горизонтом, лежит шайба массы m . Какую минимальную силу надо приложить к шайбе в горизонтальном направлении вдоль плоскости, чтобы она сдвинулась? Коэффициент трения равен μ ($\mu > \tan \alpha$).



1.4. С наклонной плоскости, угол наклона которой α , соскальзывают два груза, массами m_1 и m_2 , связанные невесомой нерастяжимой нитью. Коэффициенты трения между грузами и плоскостью равны соответственно μ_1 и μ_2 , причём $\mu_2 > \mu_1$. Найти силу натяжения нити.



1.5. При скоростном спуске лыжник ехал вниз по длинному склону с углом наклона β к горизонту, не отталкиваясь палками. Сила сопротивления воздуха пропорциональна квадрату скорости: $F = aV^2$, где a – постоянная величина. Какую максимальную скорость мог развить лыжник, если его масса равна m ? Трением лыж о снег пренебречь.

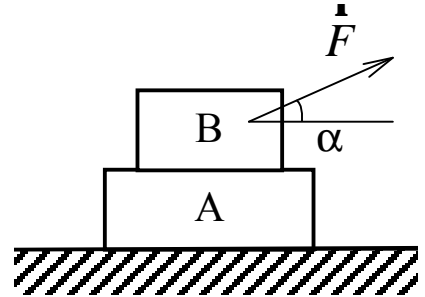
1.6. На каком минимальном расстоянии от перекрёстка должен начать тормозить шофёр при красном свете светофора, если автомобиль движется в гору с углом наклона к горизонту α со скоростью V_0 ? Коэффициент трения между шинами и дорогой равен μ .

1.7. С каким ускорением тело массой m будет соскальзывать с наклонной плоскости с углом наклона к горизонту β , если по наклонной плоскости с углом наклона α оно движется вниз равномерно? Коэффициенты трения тела об обе плоскости одинаковы.

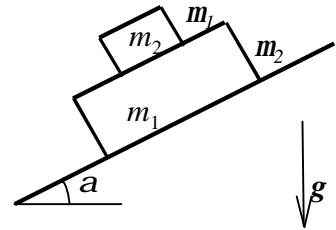
1.8. Чему должен быть равен минимальный коэффициент трения между шинами и поверхностью наклонной дороги с уклоном 30° , чтобы автомобиль мог двигаться по ней вверх с ускорением $0,6 \text{ м/с}^2$?

2.1. Доска А движется по горизонтальному столу под действием силы натяжения привязанной к ней нити. Нить перекинута через прикрепленный к столу блок и прикреплена к другой доске В, падающей вниз. Определить силу натяжения нити T , если масса доски А $m_1=200$ г, масса доски В $m_2=300$ г, коэффициент трения $k = 0,25$. Масса блока ничтожно мала. Как изменится ответ, если доски поменять местами? Определить силу P , действующую на ось блока в случае первого и второго вопросов.

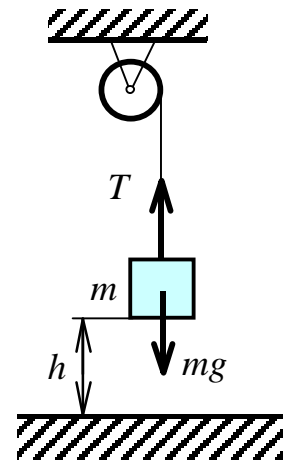
2.2. Бруски А и В с массами m_1 и m_2 находятся на столе. К бруску В приложена сила F , направленная под углом α к горизонту. Найти ускорение движения брусков, если коэффициенты трения брусков друг о друга и бруска о стол равны соответственно k_1 и k_2 . Силы трения между поверхностями максимальны.



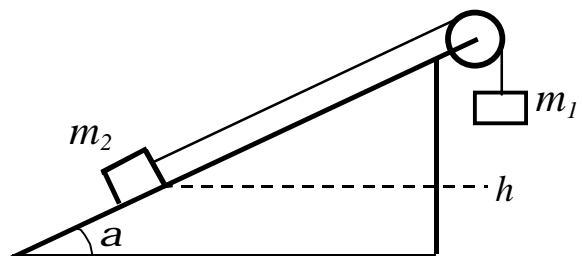
2.3. На наклонной плоскости с углом α помещена плоская плита массой m_2 , а на неё брусок массой m_1 . Коэффициент трения между бруском и плитой μ_1 . Определите, при каких значениях коэффициента трения μ_2 между плитой и плоскостью плита не будет двигаться, если известно, что брусок скользит по плите.



2.4. Груз массой $0,5$ кг висел неподвижно на нити, перекинутой через массивный блок на высоте 1 м от пола. Затем груз был предоставлен самому себе и начал опускаться с ускорением $0,2$ м/с². Спустя 2 с нить оборвалась. Чему равнялось натяжение нити в момент обрыва и через какой промежуток времени груз упадет на пол?



2.5. Подвешенное на нити тело массой $m_1 = 1$ кг соединено с телом массой $m_2 = 1,2$ кг лежащим на гладкой наклонной плоскости, составляющей угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом (см. рисунок) В начальный момент тела покоятся, причем тело массой m_1 находится на $h = 1,5$ м выше второго. Затем тела опускают. Найти скорости тел к моменту, когда они окажутся на одной высоте.



3.1. Какова средняя сила давления на плечо при стрельбе из автомата, если масса пули 10 г, а скорость пули при вылете из ствола 300 м/с? Число выстрелов из автомата в единицу времени 300 мин⁻¹.

3.2. Мяч массы 150 г ударяется о гладкую стенку под углом 30° к ней и отскакивает без потери скорости. Найти среднюю силу, действующую на мяч со стороны стенки, если скорость мяча 10 м/с, а продолжительность удара 0,1 с.

3.3. Падающий вертикально шарик массы 200 г ударился об пол со скоростью 5 м/с и подпрыгнул на высоту 46 см. Найти изменение импульса шарика при ударе.

3.4. Из орудия массы 3 т, не имеющего противооткатного устройства (ствол жестко скреплен с лафетом), вылетает в горизонтальном направлении снаряд массы 15 кг со скоростью 650 м/с. Какую скорость получает орудие при отдаче?

3.5. Снаряд массы 20 кг, летевший горизонтально со скоростью 50 м/с, попадает в платформу с песком и застревает в песке. С какой скоростью начнет двигаться платформа, если ее масса 10 т?

3.6. Пушка, стоящая на гладкой горизонтальной площадке, стреляет под углом 30° к горизонту. Масса снаряда 20 кг, его начальная скорость 200 м/с. Какую скорость приобретает пушка при выстреле, если ее масса 500 кг?

3.7. Орудие, имеющее массу ствола 500 кг, стреляет в горизонтальном направлении. Масса снаряда 5 кг, его начальная скорость 460 м/с. При выстреле ствол откатывается на расстояние 40 см. Найти среднюю силу торможения, возникающую в механизме, тормозящем ствол.

3.8. Снаряд массы 50 кг, летящий со скоростью 800 м/с под углом 30° к вертикали, попадает в платформу с песком и застревает в нем. Найти скорость платформы после падения снаряда, если ее масса 16 г.

3.9. Человек, стоящий на коньках на гладком льду реки, бросает камень массы 0,5 кг. Спустя время 2 с камень достигает берега, пройдя расстояние 20 м. С какой скоростью начинает скользить конькобежец, если его масса 60 кг? Трением пренебречь.

3.10. Два человека с массами $m=70$ кг и $M=80$ кг стоят на роликовых коньках друг против друга. Первый бросает второму груз массы $m_1=10$ кг со скоростью, горизонтальная составляющая которой $V_x=5$ м/с относительно земли. Найти скорость V_1 первого человека после бросания груза и скорость V_2 второго после того, как он поймает груз. Трением пренебречь.

3.11. Тело массы $M=990$ г лежит на горизонтальной поверхности. В него попадает пуля массы $m=20$ кг и застревает в нем. Скорость пули $V=700$ м/с и направлена горизонтально. Какой путь S пройдет тело до остановки? Коэффициент трения между телом и поверхностью $\mu=0,05$.

3.12. С платформы массы 20 т, движущейся со скоростью 9 км/ч, производится выстрел из пушки. Снаряд массы 25 кг вылетает из орудия со скоростью 700 м/с. Найти скорости платформы непосредственно после выстрела: если направления движения платформы и выстрела совпадают; если эти направления противоположны.

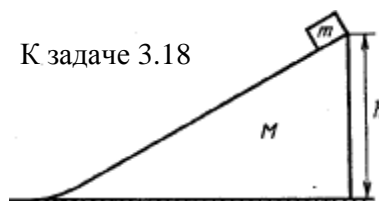
3.13. По горизонтальным рельсам движется со скоростью $V=25$ км/ч платформа массы $M=200$ кг. На неё вертикально падает камень массы $m=50$ кг и движется в дальнейшем вместе с платформой. Через некоторое время в платформе открывается люк, и камень проваливается вниз. С какой скоростью u движется после этого платформа? Трением пренебречь.

3.14. Три лодки массы M каждая движутся по инерции друг за другом с одинаковыми скоростями V . Из средней лодки в крайние одновременно перебрасывают грузы массы m каждый со скоростью u относительно лодок. Какие скорости V_1 , V_2 и V_3 будут иметь лодки после перебрасывания грузов?

3.15. Человек массы $m=60$ кг переходит с носа на корму лодки. На какое расстояние S переместится лодка длины $L=3$ м, если ее масса $M=120$ кг?

3.16. Какую работу совершил мальчик, стоящий на гладком льду, сообщив санкам скорость 4 м/с относительно льда, если масса санок 4 кг, а масса мальчика 20 кг?

3.17. Пять одинаковых шаров, центры которых лежат на одной прямой, находятся на небольшом расстоянии друг от друга. С крайним шаром соударяется такой же шар, имеющий скорость 10 м/с и движущийся вдоль прямой, соединяющей центры шаров. Найти скорость последнего шара, считая соударения шаров абсолютно упругими.



3.18. Клин массы M находится на идеально гладкой горизонтальной плоскости. На клине лежит брусок массы m , который под действием силы тяжести может скользить по клину без трения. Наклонная плоскость клина имеет плавный переход к горизонтальной плоскости. В начальный момент система покоилась. Найти скорость клина в тот момент, когда брусок с высоты h соскользнет на плоскость. (Смотрите рисунок).

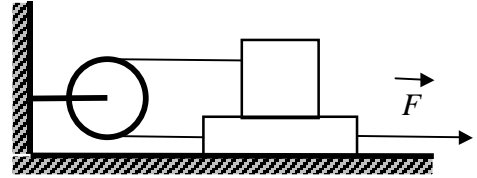
3.19. Свинцовый шар массы 500 г, движущийся со скоростью 10 м/с, соударяется с неподвижным шаром из воска, имеющим массу 200 г, после чего оба шара движутся вместе. Найти кинетическую энергию шаров после соударения.

3.20. Четыре одинаковых тела массы 20 г каждое расположены на одной прямой на некотором расстоянии друг от друга. С крайним телом соударяется такое же тело, имеющее скорость 10 м/с и движущееся вдоль прямой, на которой расположены тела. Найти кинетическую энергию системы после соударений, считая соударения тел абсолютно неупругими.

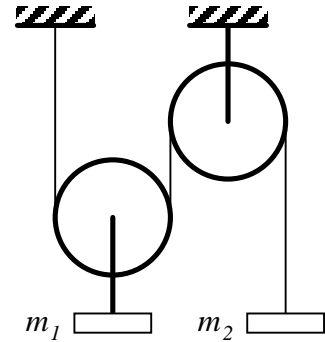
3.21. На горизонтальной плоскости стоят два связанных нитью одинаковых бруска, между которыми расположена сжатая пружина, не скрепленная с брусками. Нить пережигают, и бруски расталкиваются в разные стороны так, что расстояние между ними возрастает на величину L . Найти потенциальную энергию сжатой пружины, если масса каждого бруска равна m . Коэффициент трения между брусками и плоскостью равен k .

4.1. К потолку лифта прикреплен невесомый блок. К концам нити, перекинутой через этот блок, прикреплены грузы массами $m_1=3$ кг и $m_2=2$ кг. Определить ускорения грузов относительно земли и относительно лифта, если лифт движется вверх с ускорением $a=5$ м/с². Трением в оси блока пренебречь. Принять $g=10$ м/с².

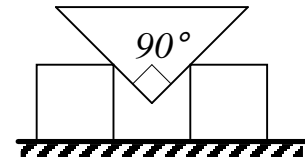
4.2. На гладком горизонтальном столе лежит доска массой M , на которой находится брусок массой m . Тела соединены легкой нитью, перекинутой через невесомый блок. Под действием постоянной силы F , приложенной к доске, система начинает двигаться. Определить ускорение доски, если коэффициент трения между доской и бруском равен μ . Между доской и столом трение отсутствует.



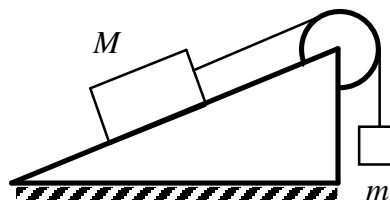
4.3. В системе, изображенной на рисунке, массы грузов равны $m_1=2$ кг, $m_2=1,5$ кг. Блоки невесомы, нить не растяжима. Определить ускорения и направления движения грузов. Принять $g=10$ м/с². Трением пренебречь.



4.4. Между двумя одинаковыми гладкими брусками массой m_1 каждый вставлен клин массой m_2 с углом 90° . Определить ускорения тел. Трением пренебречь.

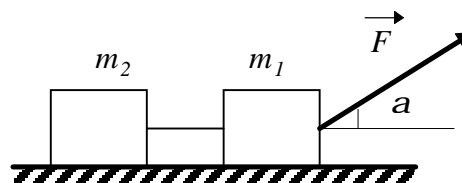


4.5. По наклонной плоскости с углом наклона к горизонту $\alpha=30^\circ$ движется тело массой $M=6$ кг, связанное не растяжимой нитью, перекинутой через невесомый блок, с телом массой $m=4$ кг. Коэффициент трения между грузом массы M и плоскостью равен $\mu=0,1$. Определить ускорения грузов. Принять $g=10$ м/с².

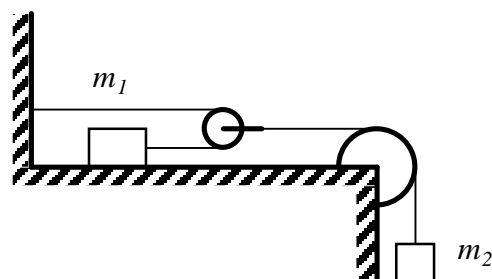


Указание. Сначала определите направление движения грузов.

4.6. На столе лежат два бруска массами $m_1=6$ кг и $m_2=4$ кг, связанные лёгкой нерастяжимой нитью. На брусок массой m_1 действует сила $F=20$ Н под углом $\alpha=30^\circ$ к горизонту. Коэффициент трения брусков о стол $\mu=0,1$. Определить ускорения брусков, а также силу натяжения нити. Принять $g=10$ м/с².



4.7. В системе, изображённой на рисунке, блоки невесомы, нити нерастяжимы. Массы грузов $m_1=3$ кг, $m_2=8$ кг. Определить ускорения грузов. Трением пренебречь. Принять $g=10$ м/с².



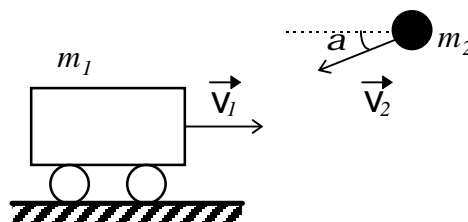
5.1. Два шарика массами m_1 и m_2 движутся перпендикулярно друг другу со скоростями V_1 и V_2 соответственно по идеально гладкой горизонтальной поверхности. Определить скорость и направление движения шаров после абсолютно неупругого удара.

5.2. Лодка длиной L и массой M стоит в спокойной воде. На носу лодки стоит человек массой m . На сколько сместится лодка относительно берега, если человек перейдёт с носа на корму лодки. Сопротивление воды не учитывать.

5.3. Граната, летящая горизонтально со скоростью $V=10$ м/с, разорвалась на два осколка. Большой осколок, составляющий 60% массы гранаты, продолжал двигаться в том же направлении со скоростью $V_1=25$ м/с. Найти скорость меньшего осколка.

5.4. Человек массой 80 кг, бегущий со скоростью 2 м/с, догоняет тележку массой 120 кг, движущуюся со скоростью 3,6 км/ч, и вскакивает на неё. С какой скоростью стала двигаться тележка?

5.5. Вагон массой m_1 движется со скоростью V_1 . Ему на встречу летит шар массой m_2 со скоростью V_2 под углом α к горизонту и застревает в нём. Какой стала скорость вагона?



5.6. На гладком горизонтальном столе лежит шар. Одновременно с противоположных сторон на него налетают два шара такой же массы. Какова будет скорость шаров после абсолютно неупругого удара, если скорость одного из налетающих шаров равна V , а другого $2V$?

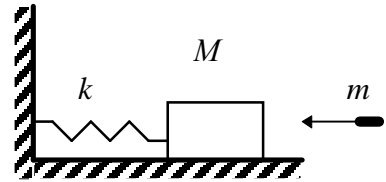
5.7. Гранату массой M подбросили вертикально вверх с поверхности земли. В наивысшей точке своего полёта на высоте H над землёй она разорвалась на два осколка. Первый осколок массой m полетел горизонтально со скоростью V . На каком расстоянии от точки бросания гранаты упадет второй осколок? Сопротивлением воздуха пренебречь.

6.1. На полу стоит ящик массой M . Пуля массой m , летящая горизонтально со скоростью V , попадает в ящик и застревает в нём. На сколько сдвинется ящик, если коэффициент трения между ним и полом равен μ ?

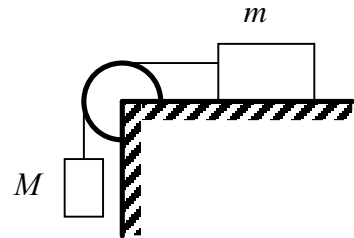
6.2. Пуля массой m , летящая горизонтально, попадает в шарик массой M , висящий на нерастяжимой невесомой нити длиной L , и застревает в нём. С какой скоростью летела пуля, если нить отклонилась на угол α ?

6.3. Из состояния покоя тело начинает двигаться по наклонной плоскости. Какую скорость будет иметь тело, пройдя путь $S=50$ см? Коэффициент трения между плоскостью и телом $\mu=0,1$. Угол наклона плоскости к горизонту $\alpha=30^\circ$. Принять $g=10$ м/с².

6.4. Пуля массой m , летящая горизонтально, попадает и застревает в бруске массой M , прикрепленном пружиной жёсткостью k к стене. Какова была скорость пули, если максимальное сжатие пружины равно x . Трением пренебречь.



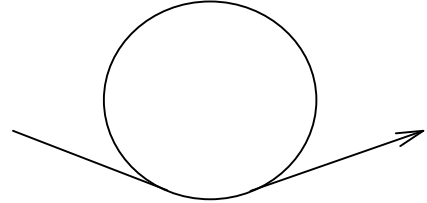
6.5. На горизонтальном столе лежит брусок массой $m=5$ кг, который связан лёгкой нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый блок, с гирей массой $M=10$ кг. Какую скорость будет иметь гиря, опустившись на высоту $h=50$ см? В начале система покоилась. Коэффициент трения между бруском и столом $\mu=0,1$. Принять $g=10$ м/с².



6.6. Два груза массами m_1 и m_2 ($m_1 > m_2$) связаны нерастяжимой нитью, перекинутой через неподвижный блок. В начальный момент грузы покоились на одной высоте. Определить скорость грузов, когда разность их высот будет равна H .

7.1. Шарик, подвешенный на лёгкой нерастяжимой нити длиной $L=50$ см, вращается по окружности в горизонтальной плоскости (конический маятник) так, что нить отклонилась от вертикального положения на угол $\alpha = 30^\circ$. Определить период вращения шарика. Принять $g=10$ м/с².

7.2. Самолет делает “мёртвую петлю” с радиусом $R=100$ м и движется по ней со скоростью $V=280$ км/ч. С какой силой тело летчика массой $M=80$ кг будет давить на сиденье самолёта в верхней и нижней точках петли ?



7.3. Автомобиль, двигаясь с постоянной скоростью, проезжает поворот радиусом $R=20$ м. При какой максимальной скорости автомобиль “не занесёт” (не будет скольжения колёс о дорогу). Коэффициент трения скольжения колёс о дорогу $m=0,5$. Принять $g=10$ м/с².

7.4. Каков должен быть период обращения Земли вокруг своей оси, чтобы тела, находящиеся на экваторе, были невесомы. Ускорение свободного падения на полюсах равно g , радиус Земли равен R .

7.5. Тело подвешено на невесомой нити длиной L . Какую минимальную скорость нужно сообщить телу в положении равновесия, чтобы оно сделало полный оборот в вертикальной плоскости и при этом нить не провисала. Как изменится ответ, если вместо нити взять жёсткий невесомый стержень.

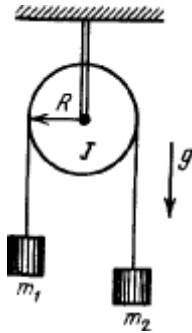
7.6. Определить линейную скорость спутника Земли, движущегося по круговой орбите на высоте $H=2000$ км от поверхности Земли. Принять $g=9,8$ м/с², радиус Земли $R_3=6400$ км. Массу Земли считать неизвестной.

7.7. Тело соскальзывает без начальной скорости с вершины гладкой сферической поверхности радиуса R . Найти, на какой высоте, считая от вершины, тело оторвётся от поверхности. Трением пренебречь.

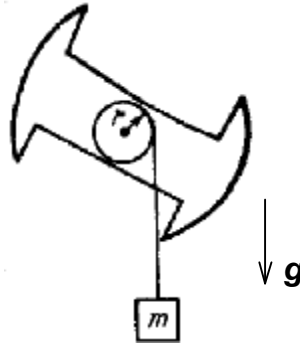
8.1. Маховик в виде кольца массы m и радиуса R с невесомыми спицами раскрутили до угловой скорости ω . Из-за трения он остановился. Найдите момент силы трения, если маховик остановился через время t ; если маховик до полной остановки сделал N оборотов.

8.2. Тонкий обруч радиуса R раскрутили вокруг его оси до угловой скорости ω и положили плашмя на горизонтальный стол. Через какое время обруч остановится, если коэффициент трения между столом и обручем равен μ ? Сколько оборотов сделает обруч до полной остановки?

8.3. Определите угловое ускорение блока радиуса R с моментом инерции J , вызванное двумя грузами массы m_1 и m_2 , закрепленными на концах нити, перекинутой через блок, если нить не проскальзывает по блоку. (Смотрите рисунок).



К задаче 6.3



К задаче 6.5

8.4. Сплошной цилиндр массы m , насажен на горизонтальную ось. На цилиндр намотан шнур, к свободному концу которого подвешена гиря массы m_2 . С каким ускорением станет опускаться гиря, если ее отпустить?

8.5. Твердое тело насажено на горизонтальную ось, проходящую через его центр масс. На ту же ось насажен легкий блок радиуса r , жестко к нему прикрепленный. К свободному концу нити, намотанной на блок, подвешена гиря массы m . Гирию отпускают. Через время t она опускается на расстояние h . Найдите момент инерции тела. (Смотрите рисунок).

8.6. На ступенчатый цилиндрический блок намотаны в противоположных направлениях две нити с подвешенными к ним грузами массы m_1 и m_2 . Найдите ускорение грузов и силы натяжения нитей. Момент инерции блока J , радиус соответствующих участков блока R_1 и R_2 .

9.1. Какую работу нужно совершить, чтобы поднять грунт на поверхность земли при рытье колодца, имеющего глубину 10 м и поперечное сечение 2 м^2 ? Средняя плотность грунта $2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. Считать, что вынимаемый грунт рассыпается тонким слоем по поверхности земли.

9.2. Однородная цепочка длины L лежит на гладком столе. Небольшая часть цепочки свешивается со стола. В начальный момент времени лежащий на столе конец цепочки придерживают, а затем отпускают, и цепочка начинает под действием силы тяжести соскальзывать со стола. Найти скорость движения цепочки в тот момент, когда длина свешивающейся части равна x , причем $x < L/2$.

9.3. Колодец, имеющий глубину h и площадь дна S , наполовину заполнен водой. Насос выкачивает воду и подает ее на поверхность земли через цилиндрическую трубу радиуса R . Какую работу совершит насос, если он выкачает всю воду из колодца за время t ?

10.1. Чему равна работа A по подъёму цепи, взятой за один конец и лежащей на плоскости, на высоту, равную её длине? Длина цепи $l=2$ м, масса $m=5$ кг.

10.2. Оконная шторка массой $M=1$ кг и длиной $l=2$ м свёртывается на тонкий валик наверху окна. Какая при этом совершается работа? Трением пренебречь.

10.3. Мотор с полезной мощностью 15 кВт, установленный на автомобиле, может сообщить ему при движении по горизонтальному участку дороги скорость 90 км/ч. Тот же мотор, 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.

10.4. Железнодорожный состав идёт со скоростью 72 км/ч по горизонтальному участку пути. На сколько должна измениться мощность, развиваемая локомотивом, чтобы состав с той же скоростью двигался во время сильного дождя? Считайте, что в единицу времени на состав падают 100 кг воды, которые затем стекают по стенам вагонов. Изменением силы трения во время дождя пренебречь.

10.5. Ракета массой M с работающим двигателем неподвижно “зависла” над Землей. Скорость вытекающих из ракеты газов u . Определить мощность двигателя.

10.6. В каком случае двигатель автомобиля должен совершить большую работу: для разгона с места до скорости 27 км/ч или на увеличение скорости от 27 до 54 км/ч? Силу сопротивления и время разгона в обоих случаях считать постоянными.

10.7. Камень массой $m=200$ г брошен с горизонтальной поверхности под углом к горизонту и упал на нее обратно на расстоянии $s=5$ м через $t=1,2$ с. Найти работу бросания. Сопротивлением воздуха пренебречь.

10.8. Два автомобиля одновременно трогаются с места и движутся равноускоренно. Массы автомобилей одинаковы. Во сколько раз средняя мощность двигателя первого автомобиля больше средней мощности второго, если за одно и то же время первый автомобиль развивает скорость вдвое большую, чем второй? Сопротивлением движению пренебречь.

10.9. Шкив радиусом R делает n оборотов в секунду, передавая ремнём мощность N . Найти силу натяжения T ремня, идущего без скольжения.

10.10. Найти мощность воздушного потока, имеющего поперечное сечение в виде круга диаметром $d=18$ м и текущего со скоростью $V=12$ м/с. Плотность воздуха (при нормальных условиях) $\rho=1,3$ кг/м³.

11.1. Найти мощность W , развиваемую порохowymi газами при выстреле из винтовки, если длина ствола $L=1$ м, масса пули $m=10$ г, а скорость пули при вылете $V_1=400$ м/с. Массой газов, сопротивлением движению пули и отдачей винтовки пренебречь. Считать силу давления газов постоянной в течение всего времени движения пули в стволе.

11.2. Два автомобиля с одинаковыми массами одновременно трогаются с места и движутся равноускоренно. Во сколько раз мощность первого автомобиля больше мощности второго, если за одно и то же время первый автомобиль достигает вдвое большей скорости, чем второй ?

11.3. Автомобиль массы $M=1$ т трогается с места и, двигаясь равноускоренно, проходит путь $S=20$ м за время $t=2$ с. Какую мощность W должен развить мотор этого автомобиля ? Трением пренебречь.

11.4. Моторы электровоза при движении со скоростью $V=72$ км/ч потребляют мощность $W=800$ кВт. К. п. д. силовой установки электровоза $\eta=0,8$. Найти силу тяги моторов.

11.5. Какой максимальный подъем может преодолеть тепловоз, развивающий мощность $W=370$ кВт, перемещая состав массы $m=2000$ т со скоростью $V=7,2$ км/ч ? Считать угол наклона α полотна железной дороги к горизонту малым, а силу сопротивления движению равной kmg , где $k=0,002$.

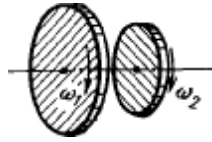
11.6. Мощность гидроэлектростанции $73,5$ МВт. Найти объемный расход воды, если к. п. д. станции $\eta=0,75$ и плотина поднимает уровень воды на высоту 10 м.

11.7. Подъемный кран за время 7 ч поднимает 3000 т строительных материалов на высоту 10 м. Какова мощность двигателя крана, если к. п. д. крана $\eta=0,6$?

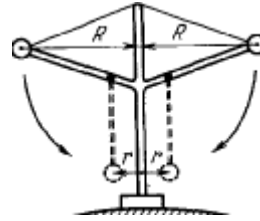
11.8. Трактор массы 10 т, развивающий мощность 150 кВт, поднимается в гору со скоростью 5 м/с. Найти угол наклона горы к горизонту.

11.9. Транспортер поднимает 200 кг песка на автомашину за 1 с. Длина ленты транспортера 3 м, угол наклона ее к горизонту 30° . К. п. д. транспортера $h=0,85$. Найти мощность, развиваемую его электродвигателем.

12.1. Два диска с моментами инерции J_1 и J_2 вращаются с угловой скоростью соответственно ω_1 и ω_2 вокруг одной и той же оси без трения. Диски пришли в соприкосновение друг с другом. Из-за возникшего между дисками трения через некоторое время проскальзывание одного диска по другому прекращается. Какова станет тогда угловая скорость вращения дисков? Какое количество теплоты выделится? (Смотрите рисунок).



К задаче 7.1



К задаче 7.4

12.2. На покоящемся однородном горизонтальном диске массы m_1 и радиуса R стоит человек массы m_2 . Диск может без трения вращаться вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр. С какой угловой скоростью начнет вращаться диск, если человек пойдет по окружности радиуса r вокруг оси диска со скоростью V относительно него? Радиус диска много больше роста человека.

12.3. На краю свободно вращающегося с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси диска, имеющего радиус R и момент инерции J , стоит человек массы m . Как изменится угловая скорость вращения диска, если человек перейдет от края диска к центру? Как изменится кинетическая энергия системы при этом? Размерами человека по сравнению с размерами диска пренебречь.

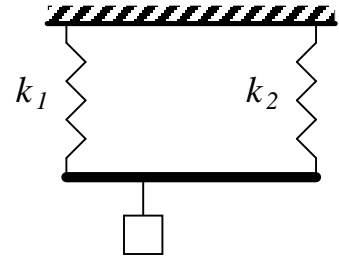
12.4. В установке, находящейся на полюсе Земли, небольшие, но тяжелые грузы удерживаются с помощью нити на расстоянии R от вертикальной оси. Нить пережигают. Грузы опускаются и оказываются на расстоянии $r = 0,1R$ от оси. Сколько оборотов за час совершает после этого установка, если вначале она относительно Земли не вращалась? Трением пренебречь. (Смотрите рисунок).

12.5. За последние 40 лет сутки возросли примерно на 10^{-3} с. Некоторые геофизики считают основной причиной этого таяние полярной ледяной шапки в Антарктиде. Оцените, какая масса льда в Антарктиде растаяла, если это предположение верно, за 40 лет. Массу и радиус Земли возьмите из справочника. Момент инерции сферы $I = \frac{3}{4} mR^2$.

12.6. Тонкий стержень массы m и длины l лежит на гладкой горизонтальной поверхности. Пластиновый шарик массы m со скоростью V , перпендикулярной стержню, ударяется об один из его концов и прилипает к нему. Какое количество теплоты выделится при таком ударе? Указание: перейдите в систему отсчёта, связанную с центром масс системы.

12.7. Стержень массы m_1 и длины l подвешен на шарнире. Небольшой кусок пластины массы m_2 прилипает к середине стержня, двигаясь до соударения с ним горизонтально со скоростью V . Найдите максимальный угол отклонения стержня от вертикали. Трением в шарнире пренебречь.

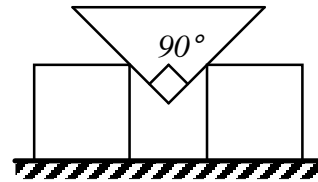
13.1. Невесомый стержень длиной L подвешен на пружинах жёсткости k_1 и k_2 . На каком расстоянии от пружины жёсткостью k_1 нужно прикрепить к стержню груз, чтобы стержень сохранил горизонтальное положение.



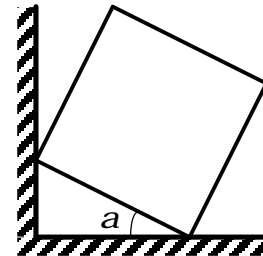
Указание. Проверить решение можно, зная, что при $k_1=k_2$ груз следует прикрепить посередине стержня.

13.2. Лестница, опираясь о пол и о вертикальную гладкую стену, стоит неподвижно. Угол наклона лестницы к горизонту $\alpha = 60^\circ$. Трения между лестницей и стеной нет. Определить коэффициент трения между полом и лестницей.

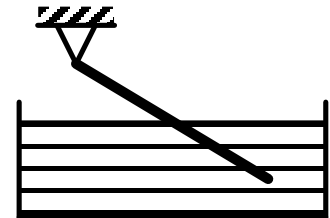
13.3. Между двумя брусками квадратного сечения, лежащими на горизонтальной плоскости, вставлен равнобедренный клин такой же массы с углом при вершине 90° . При каком коэффициенте трения брусков о плоскость они не будут разъезжаться? Трения между клином и брусками нет.



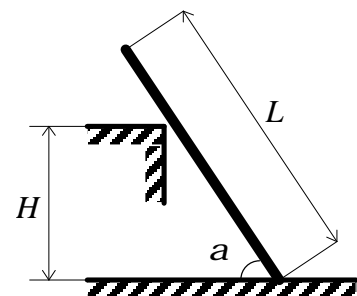
13.4. Кубик стоит у стены так, что одна из его граней образует угол α с полом. При каком коэффициенте трения кубика о пол это возможно, если трение кубика о стенку пренебрежимо мало?



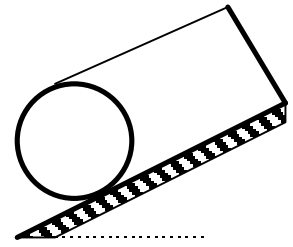
13.5. Тонкая палочка одним концом закреплена в шарнире, а другим концом наполовину опущена в воду. Какова плотность материала, из которого сделана палочка? Плотность воды 1 г/см^3 .



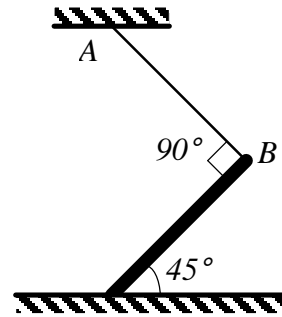
13.6. Однородный стержень длиной $L=1 \text{ м}$ опирается о пол и о гладкий выступ. Выступ находится на высоте $H=50 \text{ см}$ над полом. Угол наклона стержня к полу $\alpha = 60^\circ$. Определить коэффициент трения между стержнем и полом, если стержень стоит неподвижно? Трения между стержнем и выступом нет.



13.7. На цилиндр намотана нить, один конец которой закреплён на стойке в верхней точке наклонной плоскости. При каком угле наклона плоскости к горизонту цилиндр не будет скатываться с неё, если коэффициент трения цилиндра о плоскость m ?

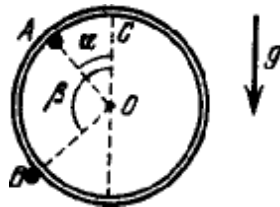


13.8. Каким должен быть коэффициент трения однородного стержня о пол, чтобы он мог стоять так, как показано на рисунке? Нить считать невесомой.

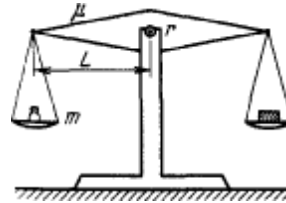


14.1. Гладкий тонкий обруч массы m висит у стенки на одном гвозде (A) и опирается на другой (B). Радиус, проведенный к гвоздю A из центра обруча, образует угол α с вертикалью. Радиус же, проведенный к гвоздю B , образует угол β с вертикалью. Найдите, с какой силой действует обруч на каждый гвоздь. (Смотрите рисунок).

14.2. Ось коромысла равноплечих весов, имеющая радиус r , вставлена в прорезь стойки. При гире массы m на одной чашке и грузе на другой коромысло остается в горизонтальном положении. Масса коромысла вместе с чашками равна M , а длина коромысла $2L$. Насколько может отличаться масса груза от массы гири, если коэффициент трения между осью и стойкой равен μ ? (Смотрите рисунок).



К задаче 8.1



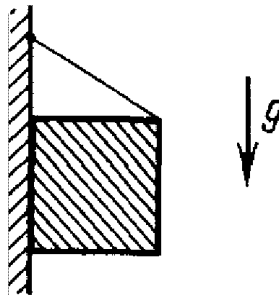
К задаче 8.2

14.3. С какой силой давит на стенки цилиндрического стакана палочка массы m , наполовину погруженная в воду? Угол наклона палочки к горизонтали α . Трением пренебречь. (Смотрите рисунок).

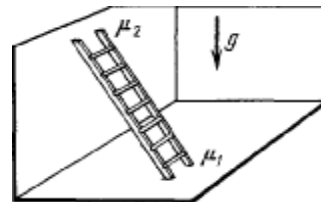
14.4. Однородный куб с помощью веревки, привязанной в середине его ребра, подвешен к вертикальной стене. При каких значениях угла между веревкой и стенкой куб соприкасается со стенкой всей гранью, если коэффициент трения его о плоскость равен μ ? (Смотрите рисунок).



К задаче 14.3



К задаче 14.4



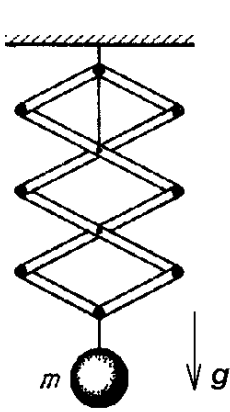
К задаче 14.5

14.5. Лестница опирается на вертикальную стену и пол. При каких значениях угла между лестницей и полом она может стоять, если коэффициенты трения лестницы о пол и о стену равны μ_1 и μ_2 соответственно? (Смотрите рисунок).

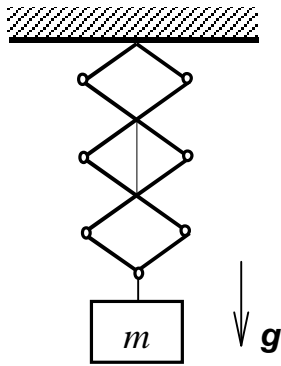
14.6. На вращающуюся горизонтальную ось радиуса R надета с малым зазором легкая втулка с прикрепленным к ней радиально легким стержнем длины l . На конце стержня закреплён тяжёлый груз. Определите угол отклонения стержня при вращении втулки вместе с осью от радиального направления, если коэффициент трения между втулкой и осью μ

15.1. Найдите силу натяжения нити, связывающей оси шарниров верхнего ромба легкой шарнирной подвески. Масса груза m .

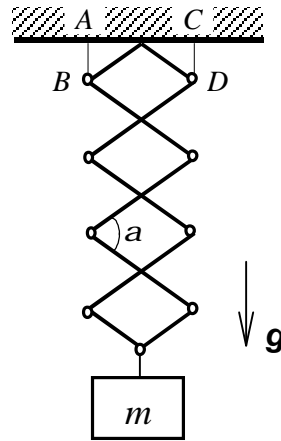
15.2. Найдите силу натяжения нити, связывающей оси шарниров среднего ромба легкой шарнирной подвески. Масса груза m .



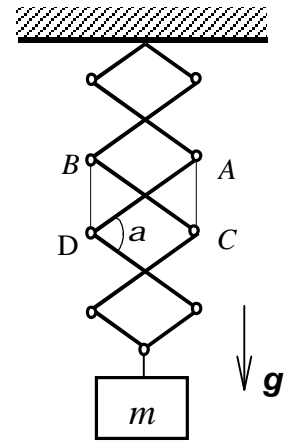
К задаче 9.1



К задаче 9.2



К задаче 9.3

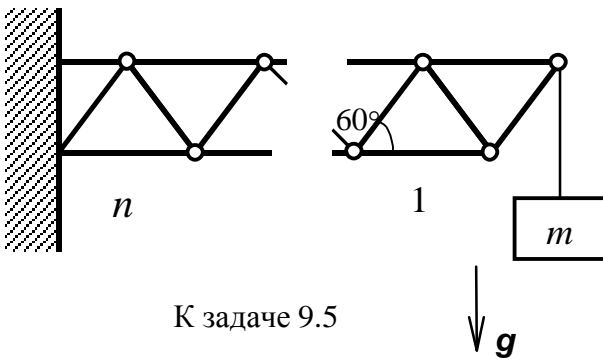


К задаче 9.4

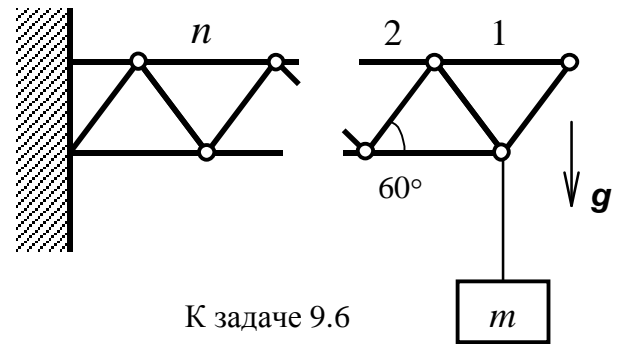
15.3. В системе, изображённой на рисунке, найти силы натяжения нитей AB и CD, считая эти силы равными друг другу. Угол $\alpha = 60^\circ$.

15.4. В системе, изображённой на рисунке, найти силы натяжения нитей BD и AC, считая эти силы равными друг другу. Угол $\alpha = 60^\circ$.

15.5. К системе из одинаковых стержней, соединенных шарнирами, подвешен груз массы m , как показано на рисунке. Определите силу, сжатия в n -ном нижнем горизонтальном стержне.



К задаче 9.5



К задаче 9.6

15.6. К системе из одинаковых стержней, соединенных шарнирами, подвешен груз массы m , как показано на рисунке. Определите силу, растягивающую n -й верхний горизонтальный стержень.