

# Виртуальный курс физики

# МЕХАНИКА

Статика. Задачи для самостоятельного  
решения





# МЕХАНИКА

## Статика

### Рекомендации по решению задач

При решении задач по статике рекомендуется придерживаться следующего порядка;

- а) выполнить рисунок в соответствии с условием задачи и показать все силы, действующие на тело (или систему тел), находящееся в положении равновесия;
- б) выбрать систему координат и определить направление осей;
- в) для тела, не имеющего оси вращения, записать условия равновесия в векторной форме:  $\sum_{i=1}^n \mathbf{F}_i = 0$ , а затем выразить его в проекциях на оси координат и составить уравнения в скалярной форме;
- г) для тела, имеющего неподвижную ось вращения, определить плечи всех приложенных к телу сил относительно данной оси и записать условие равновесия в форме  $\sum_{i=1}^n M_i = 0$ , соблюдая при этом правило знаков моментов сил;
- д) для тела, имеющего незакрепленную ось вращения, следует использовать оба условия равновесия  $\left( \sum_{i=1}^n \mathbf{F}_i = 0 \text{ и } \sum_{i=1}^n M_i = 0 \right)$ , при этом рекомендуется выбрать положение оси вращения таким образом, чтобы через нее проходило как можно больше линий действия сил, приложенных к нему;
- е) при определении положения центра тяжести тела или системы тел записать правило моментов относительно оси, проходящей через предполагаемый центр тяжести;
- ж) составить систему уравнений и определить неизвестные величины.

### Основные законы и соотношения

$$\mathbf{F} = \sum_{i=1}^n \mathbf{F}_i = 0$$

– равнодействующая всех внешних сил  $\mathbf{F}_i$ , действующих на тело.

$$M = Fd$$

– момент силы  $F$ ;  $d$  – плечо силы.

$$\sum_{i=1}^n M_i = 0$$

– алгебраическая сумма моментов всех внешних сил относительно неподвижной оси вращения.

#### 4.4. Задачи для самостоятельного решения

1. Определить равнодействующую двух сил, равных 3 и 6 Н и ориентированных в одном направлении.

*Ответ:* 9 Н.

2. Определить равнодействующую двух сил, равных 3 и 6 Н и направленных в противоположных направлениях.

*Ответ:* 3 Н.

3. Определить равнодействующую двух сил, равных 3 и 6 Н и направленных перпендикулярно друг другу.

*Ответ:* 5 Н.

4. Найти равнодействующую двух сил, равных 100 Н и направленных под углом  $120^\circ$  друг к другу.

*Ответ:* 100 Н.

5. Найти равнодействующую трех сил, каждая из которых равна 100 Н, а угол между ними составляет  $120^\circ$ .

*Ответ:* 0 Н.

6. На тело действуют три силы, каждая из которых равна 100 Н. Найти равнодействующую этих сил, если угол между направлением первой и второй равен  $60^\circ$ , а между направлением второй и третьей –  $90^\circ$ .

*Ответ:* 240 Н.

7. Тело массой 0,5 кг покоится на наклонной плоскости, расположенной под углом  $45^\circ$  к горизонту. Определить нормальную реакцию наклонной плоскости, действующей на тело.

*Ответ:* 6,9 Н.

8. Тело, масса которого равна 1 кг, лежит на наклонной плоскости, составляющей угол  $30^\circ$  с горизонтом. Определить силу трения, действующую на тело со стороны плоскости.

*Ответ:* 4,9 Н.

9. На тело массой 5 кг, которое покоится на наклонной плоскости с углом  $30^\circ$  при основании, действует горизонтально направленная сила, которая прижимает тело к указанной плоскости. Эта сила равна 15 Н. Определить нормальную реакцию наклонной плоскости, действующей на тело.

*Ответ:* 27,6 Н.

10. На неподвижное тело массой 10 кг действуют три силы: сила тяжести, сила, которая направлена горизонтально и равна 100 Н, а также сила, направленная под некоторым углом к горизонту. Определить эту силу.

*Ответ:* 140 Н.

11. Однородный канат массой 20 кг и длиной 5 м подвешен к потолку и не касается пола. Определить силу натяжения каната в точке, отстоящей от потолка на 2 м.

*Ответ:* 117,6 Н.

12. Фонарь массой 10 кг подвешен на двух одинаковых тросах, угол между которыми составляет  $120^\circ$ . Определить силу натяжения одного из тросов.

*Ответ:* 98 Н.

13. Груз массой 50 кг удерживается на весу с помощью веревки, перекинутой через неподвижный блок, прикрепленный к потолку. Свободный конец веревки держит в вертикальном положении человек массой 80 кг. Определить, с какой силой давит человек на пол.

*Ответ:* 294 Н.

14. Тело, масса которого равна 300 г, висит на невесомой и нерастяжимой нити. Под действием горизонтально направленной силы тело отклоняется в этом положении таким образом, что нить составляет угол  $60^\circ$  с вертикалью. Определить силу натяжения нити в этом положении равновесия.

*Ответ:* 3,4 Н.

15. Невесомый эластичный шнур длиной 1 м закреплен горизонтально в нерастянutom состоянии. К середине шнура прикрепили груз массой 1732 г, при этом длина шнура стала равной 2 м. Найти коэффициент упругости шнура.

*Ответ:* 40 Н/м.

16. Определить минимальный коэффициент трения между легким клином и бревном, в которое вбит этот клин, если клин не выталкивается из бревна. Угол при вершине клина равен  $60^\circ$ .

*Ответ:* 0,58.

17. Во сколько раз следует увеличить диаметр троса, с помощью которого поднимался равномерно вертикально вверх груз, если линейные его размеры увеличить в три раза? Прочность троса на единицу площади сечения считать постоянной.

*Ответ:*  $3\sqrt{3}$ .

18. Человек массой 70 кг удерживает с помощью каната, перекинутого через неподвижный блок, укрепленный на потолке, груз массой 80 кг. Часть каната, которую держит человек, направлена под углом  $60^\circ$  к вертикали. Определить силу, с которой человек давит на пол.

*Ответ:* 294 Н.

19. На веревке длиной 5 м, закрепленной горизонтально, подвешивают груз массой 2 кг. Точка подвеса груза расположена посередине веревки и оказывается на 5 см ниже горизонтальной линии, соединяющей точки закрепления веревки. Определить силу натяжения веревки.

*Ответ:* 490 Н.

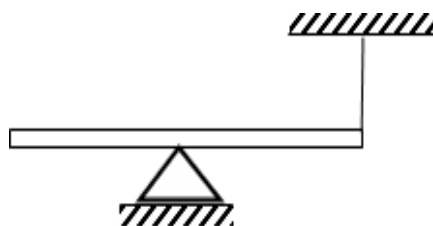
20. Какую наименьшую силу необходимо приложить к одному из концов горизонтально лежащей балки массой 100 кг, чтобы его приподнять?

*Ответ:* 500 Н.

21. Однородный стержень, масса которого равна 10 кг, а длина составляет 3 м, подвешен к потолку на нитях, которые закреплены на концах стержня и имеют длину 1 и 2,5 м. Определить силу натяжения короткой нити.

*Ответ:* 50 Н.

22. Однородный стержень массой 200 г и длиной 0,5 м удерживается в горизонтальном положении с помощью нити и опоры так, как это показано на рисунке. Определить силу натяжения нити при условии, что опора находится на расстоянии 0,2 м от левого конца.

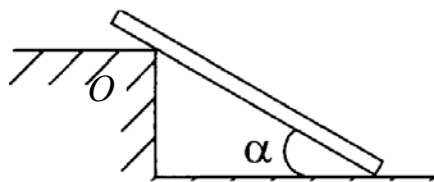


*Ответ:* 0,33 Н.

23. Лестница массой 30 кг прислонена к гладкой вертикальной стене под некоторым углом к полу. Коэффициент трения лестницы о пол составляет 0,30. Определить наименьший угол наклона лестницы к полу, при котором она остается в равновесии.

*Ответ:*  $59^\circ$ .

24. Однородный стержень опирается на гладкий пол и шероховатый выступ  $O$ . Угол наклона стержня к горизонту равен  $30^\circ$ . При каком минимальном значении коэффициента трения стержня о выступ стержень будет находиться в равновесии?

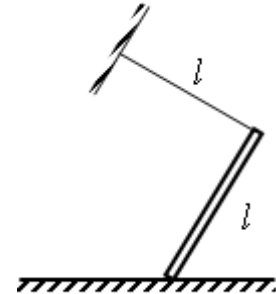


*Ответ:* 0,58.

25. В ящик помещен металлический шар массой 3 кг. Определить силу давления, оказываемого шаром на дно ящика, если оно составляет с горизонтальной поверхностью угол  $30^\circ$ .

*Ответ:* 26 Н.

26. Однородный стержень с помощью нити удерживается в наклонном положении таким образом, как это показано на рисунке. Угол между нитью и стержнем составляет  $90^\circ$ , а длина ее равна длине стержня. Каким должен быть коэффициент трения стержня о пол в этом положении?



*Ответ:* 0,33.

27. Однородная лестница массой 10 кг приставлена к гладкой вертикальной стенке таким образом, что угол между нею и полом равен  $45^\circ$ . С какой силой лестница давит на стенку?

*Ответ:* 50 Н.

28. Однородный брусок располагается на горизонтальной поверхности. К его верхней грани приложена горизонтально направленная сила, под действием которой он равномерно перемещается вдоль этой поверхности. Основание бруска представляет собой квадрат со стороной, длина которой равна 0,18 м. Определить максимальную высоту бруска, при которой он не будет опрокидываться при движении, если коэффициент трения между бруском и полом равен 0,3.

*Ответ:* 0,3 м.

29. На наклонной плоскости с углом наклона к горизонту, равным  $30^\circ$ , стоит однородный цилиндр, радиус основания которого равен 0,2 м. При какой наибольшей высоте цилиндр еще не опрокинется?

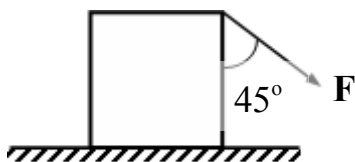
*Ответ:* 70 см.

30. На двух вертикально подвешенных к горизонтальному потолку пружинах одинаковой длины, но разной жесткости подвешен однородный стержень. Расстояние между пружинами равно 1 м, а их жесткость составляет 0,02 и 0,03 Н/м. В каком месте следует подвесить груз к стержню, чтобы он оказался в горизонтальном положении?

*Ответ:* в точке, отстоящей на 0,6 м от первой пружины.

32. Автомобиль, масса которого равна 1000 кг, равномерно поднимается в гору с углом наклона  $30^\circ$ . Расстояние между осями колес составляет 2,5 м. Центр тяжести его находится на высоте 0,75 м и расположен симметрично относительно осей. С какой силой давят на поверхность дороги передние и задние колеса?

*Ответ:* 2793 и 5733 Н.



31. Однородный брусок высотой 0,4 м имеет квадратное основание с площадью, равной  $400 \text{ см}^2$ . К верхней грани бруска приложена сила, направленная под углом  $45^\circ$  к вертикали. Каким должно быть минимальное значение этой силы, чтобы брусок опрокинулся, не начиная скользить? Масса бруска равна 400 г.

*Ответ:* 1,4 Н.

33. Двое рабочих несут небольшую бетонную тонкую плиту по наклонному трапу с углом наклона к горизонтالي, равным  $30^\circ$ . Длина плиты в 1,5 раза больше ее ширины. Во сколько раз рабочему, держащему нижний край плиты, тяжелее выполнять работу?

*Ответ:* в 2,25 раза.

34. Однородный металлический стержень изогнут посередине так, что образует прямой угол. Стержень закреплен на одном конце с помощью шарнира. Определить угол  $\alpha$ , который образует с вертикалью верхняя часть стержня в положении равновесия.

*Ответ:*  $18,4^\circ$ .

35. На двух гладких соприкасающихся наклонных плоскостях, образующих с горизонтом углы, равные  $30$  и  $60^\circ$  соответственно, лежит шар массой 20 кг. С какой силой шар действует на каждую из плоскостей?

*Ответ:* 170 и 98 Н.

36. К гладкой вертикальной стене подвешен однородный шар массой 10 кг. Веревка, на которой подвешен шар, составляет со стеной угол, равный  $30^\circ$ . Определить силу натяжения веревки и силу давления шара на стену.

*Ответ:* 112,6 и 56,3 Н.

37. К гладкой вертикальной стене на нити длиной  $l$  подвешен шар массой  $m$ . Радиус шара равен половине длины нити. С какой силой шар давит на стену.

*Ответ:*  $mg / 2\sqrt{2}$ .

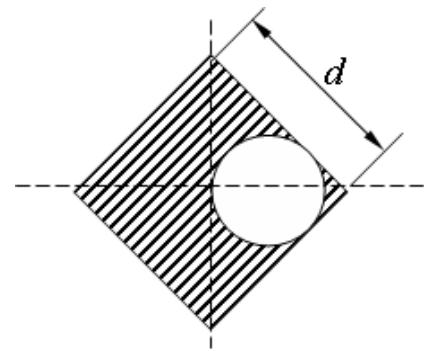
38. Катушка удерживается в состоянии покоя на наклонной плоскости с углом наклона к горизонту, равным  $60^\circ$ , с помощью горизонтально натянутой нити, намотанной на барабан катушки. Масса катушки составляет 40 г, радиус барабана катушки равен 2 см, а радиус ее внешних «колес» – 4 см. Найти силу натяжения нити.

*Ответ:* 0,34 Н.



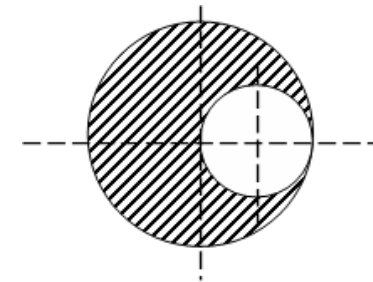
39. В однородной квадратной пластинке со стороной, равной  $d$ , вырезано круглое отверстие так, как это показано на рисунке. Найти положение центра тяжести пластинки с вырезом.

*Ответ:* в точке, лежащей на 0,108 см слева от геометрического центра пластинки.



40. В однородной плоской пластинке, имеющей форму круга радиусом 60 см, вырезано круглое отверстие радиусом 30 см так, как это изображено на рисунке. Найти положение центра тяжести получившейся фигуры.

*Ответ:* в точке, лежащей в 10 см слева от центра пластинки.



41. В стену на глубину 50 см заделана балка, длина которой 1,5 м. На свободном конце балки находится груз массой 150 кг. С какой силой балка давит заделанным концом на стену? Весом балки следует пренебречь.

*Ответ:* 3675 Н.

42. Два кубика с массой 0,3 и 1,2 кг соединены однородным стержнем, масса которого 0,6 кг, а длина составляет 10 см. Центры кубиков при этом лежат на продолжении оси стержня. Ребра кубиков равны соответственно 8 и 12 см. Определить положение центра тяжести такой конструкции.

*Ответ:* на расстоянии 5 см от центра большего кубика.

43. В доске вынута лунка, в которой лежит шарик. Радиус шарика в два раза больше ее глубины. При каком минимальном угле наклона доски к горизонту шарик вывалится из лунки?

*Ответ:*  $\arcsin \frac{1}{6}$ .

44. К стержню, который может вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через его середину, подвешены два тела. Тела погружены в воду. Плотность первого тела в девять раз больше плотности воды, а плотность второго – в три раза. Первое тело подвешено на расстоянии 9 см от оси вращения. На каком расстоянии от оси следует подвесить второе тело, чтобы стержень находился в равновесии. Тела имеют одинаковый объем.

*Ответ:* 0,36 м.

45. Клапан, площадь сечения которого равна  $10 \text{ см}^2$ , закрывает сосуд с водородом. Он удерживается в отверстии сосуда с помощью горизонтально расположенного стержня массой  $12,5 \text{ кг}$ , один конец которого прикреплен к клапану, а второй – к шарниру. Плотность водорода в сосуде составляет  $0,05 \text{ кг/м}^3$ . До какой температуры можно нагреть водород, чтобы клапан не выскочил из отверстия? Универсальная газовая постоянная равна  $8,3 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$ .

*Ответ:*  $295,2 \text{ К}$ .

