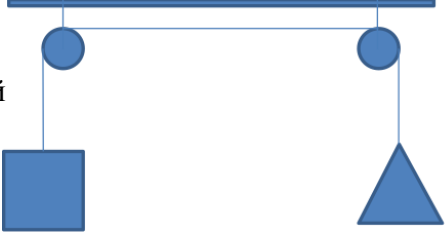


Базовый вариант

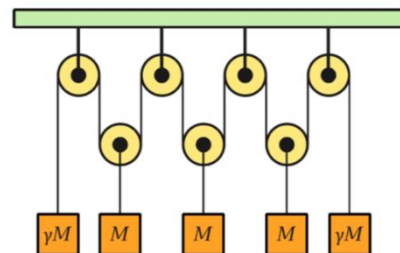
1. Два идеальных блока закреплены на потолке. На нити, перекинутой через эти блоки, висят пластинки, вырезанные из листа жести одинаковой по всей его площади толщины. Одна пластинка имеет форму квадрата с ребром  $L$ , а вторая – равностороннего треугольника с длиной сторон  $L$ . Масса квадратной пластинки –  $m = 0.1$  кг. Участки нити, прикрепленные к пластинкам, вертикальны и пластинки движутся. Какова сила  $F$  натяжения горизонтального участка нити?


2. Спринтер разгоняется на начальном участке дистанции, после чего бежит с постоянной скоростью. Определите, за какое минимальное время он сможет пробежать 100 метров, если коэффициент трения между кроссовками и беговой дорожкой равен 0,2, а длина участка разгона 25 м. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.
3. На шероховатой наклонной плоскости, составляющей некоторый угол с горизонтом, лежит брусок массой  $m$ . Если этот брусок втаскивать вверх вдоль наклонной плоскости силой, направленной вдоль плоскости и равной по величине  $mg$ , то брусок будет скользить по плоскости вверх с ускорением  $g/5$ . Если стаскивать брусок вниз вдоль наклонной плоскости с силой, направленной вдоль плоскости и равной по величине  $mg$ , то брусок будет скользить по плоскости вниз с ускорением  $1,4g$ . Определите коэффициент трения шайбы о поверхность и угол наклона плоскости к горизонту.
4. Электродвигатель закрепили на столе и к вертикально расположенному валу электродвигателя сверху прикрепили горизонтальный стержень. По стержню без трения могут скользить две бусинки с массами  $m_1$  и  $m_2$ , связанные нитью длины  $l$ . Система вращается с постоянной угловой скоростью  $\omega$ . На каких расстояниях от оси находятся бусинки, если они не касаются вала и не движутся по отношению к стержню? Какова при этом сила натяжения нити?
5. Масса мухи дрозофилы  $m=1$  миллиграмм. Она сидит на яблоке с диаметром  $D=6$  см. С какой силой (гравитация однако действует :-)) притягиваются друг к другу муха и яблоко. Известно, что яблоки в воде не тонут, то есть плотность яблока равна примерно  $\rho=0,9$  г/см<sup>3</sup>. Гравитационная постоянная  $G=6,67 \cdot 10^{-11}$  Н м<sup>2</sup>/кг<sup>2</sup>.
6. Два шарика одинаковой массы  $m$  соединены невесомой пружиной с жесткостью  $k$ . Систему подвешивают к потолку на нити, прикрепленной к одному из шариков так, что пружина и нить вертикальны.

  - а) Определите силу натяжения нити и силу упругости пружины.
  - б) Нить пережигают. Найдите ускорения, с которыми будут двигаться шарики сразу после пережигания нити.

Стандартный вариант

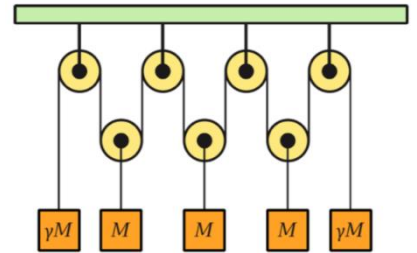
1. Механическая система состоит из семи невесомых блоков, невесомых и нерастяжимых нитей, трёх грузов массой  $M$  и двух грузов массой  $\gamma M$ , как показано на рисунке. В начальный момент скорости всех грузов равны нулю. Трения в осях блоков нет.



- а) С какими ускорениями движутся крайние грузы?  
 б) При каких значениях параметра  $\gamma$ , крайние грузы будут двигаться вниз?
2. Спринтер разгоняется на начальном участке дистанции, после чего бежит с постоянной скоростью. Определите, за какое минимальное время он сможет пробежать 100 метров, если коэффициент трения между кроссовками и беговой дорожкой равен 0,2, а длина участка разгона 25 м. Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
3. На наклонной плоскости с углом наклона  $30^\circ$  к горизонту покоится тело массой 1 кг. Коэффициент трения между плоскостью и телом равен 0,6. К телу прикладывают дополнительную силу 10 Н, направленную под углом  $60^\circ$  к горизонту. Найдите ускорение тела, если известно, что оно скользит по плоскости, двигаясь вверх. Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ .
4. Электродвигатель закрепили на столе и к вертикально расположенному валу электродвигателя сверху прикрепили горизонтальный стержень. По стержню без трения могут скользить две бусинки с массами  $m_1$  и  $m_2$ , связанные нитью длины  $l$ . Система вращается с постоянной угловой скоростью  $\omega$ . На каких расстояниях от оси находятся бусинки, если они не касаются вала и не движутся по отношению к стержню? Какова при этом сила натяжения нити?
5. Радиус Земли 6400 км, её средняя плотность  $5,5 \text{ г/см}^3$ , а для Титана (спутник Сатурна) эти параметры равны, соответственно, 2575 км и  $1,85 \text{ г/см}^3$ . С какой силой притягивает к себе Титан находящийся на его поверхности камень с массой 70 кг? Чему равна первая космическая скорость на Титане? *Указание.* Первой космической скоростью называется скорость, при которой тело вращается на низкой орбите вокруг планеты.
6. Два шарика одинаковой массы  $m$  соединены невесомой пружиной с жесткостью  $k$ . Систему подвешивают к потолку на нити, прикрепленной к одному из шариков так, что пружина и нить вертикальны.  
 а) Определите силу натяжения нити и силу упругости пружины.  
 б) Нить пережигают. Найдите ускорения, с которыми будут двигаться шарики сразу после пережигания нити.

Углубленный вариант

- Механическая система состоит из семи невесомых блоков, невесомых и нерастяжимых нитей, трёх грузов массой  $M$  и двух грузов массой  $\gamma M$ , как показано на рисунке. В начальный момент скорости всех грузов равны нулю. Трения в осях блоков нет.
  - С какими ускорениями движутся крайние грузы?
  - При каких значениях параметра  $\gamma$ , крайние грузы будут двигаться вниз?



- Нож бросили из окна, придав ему вертикальную начальную скорость  $20 \text{ м/с}$ , и он в течение  $1 \text{ с}$  летел поступательно. Воткнувшись в доску, лежащую на земле, нож «вошел в дерево» на  $h = 5 \text{ см}$ . Оцените с какой средней по величине силой ( $F$ ) действовала доска на нож до его остановки? С какой силой ( $f$ ) она действует после остановки? Масса ножа  $200 \text{ г}$ , ускорение свободного падения  $10 \text{ м/с}^2$ .
- На наклонной плоскости с углом наклона  $30^\circ$  к горизонту покоится тело массой  $1 \text{ кг}$ . Коэффициент трения между плоскостью и телом равен  $0,6$ . К телу прикладывают дополнительную силу  $10 \text{ Н}$ , направленную под углом  $60^\circ$  к горизонту. Найдите ускорение тела, если известно, что оно скользит по плоскости, двигаясь вверх. Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ .
- Электродвигатель закрепили на потолке, и к вертикально расположенному валу двигателя снизу прикрепили жесткий круглый диск с радиусом  $R=0,2 \text{ м}$ , плоскость которого горизонтальна. Ось вращения двигателя и ось симметрии диска совпадают. К краю диска прикрепили нить длиной  $L = 1 \text{ м} > R$ . К свободному концу нити прикрепили небольшой по размерам массивный шарик. Двигатель включили, и его вал стал вращаться. Груз в установившемся режиме движения находится расстоянии  $X$  от оси вращения. Какова угловая скорость вращения ( $\omega$ ), если  $X=0,1 \text{ м} < R$
- Радиус Земли  $6400 \text{ км}$ , её средняя плотность  $5,5 \text{ г/см}^3$ , а для Титана (спутник Сатурна) эти параметры равны, соответственно,  $2575 \text{ км}$  и  $1,85 \text{ г/см}^3$ . С какой силой притягивает к себе Титан находящийся на его поверхности камень с массой  $70 \text{ кг}$ ? Чему равна первая космическая скорость на Титане? *Указание.* Первой космической скоростью называется скорость, при которой тело вращается на низкой орбите вокруг планеты.
- Два небольших по размеру тела массами  $m_1$  и  $m_2$  находятся на гладкой горизонтальной плоскости и соединены невесомой пружиной жесткости  $k$ . К телам прикладывают растягивающие пружину противоположно направленные вдоль оси пружины силы  $F_1$  и  $F_2$ , соответственно. Определите растяжение пружины в установившемся режиме.