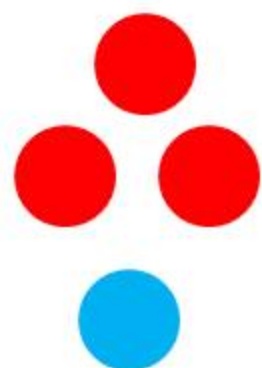


Практика 4.

© *С. А. Курашова*, 2018



-сложные задания

-очень сложные задания

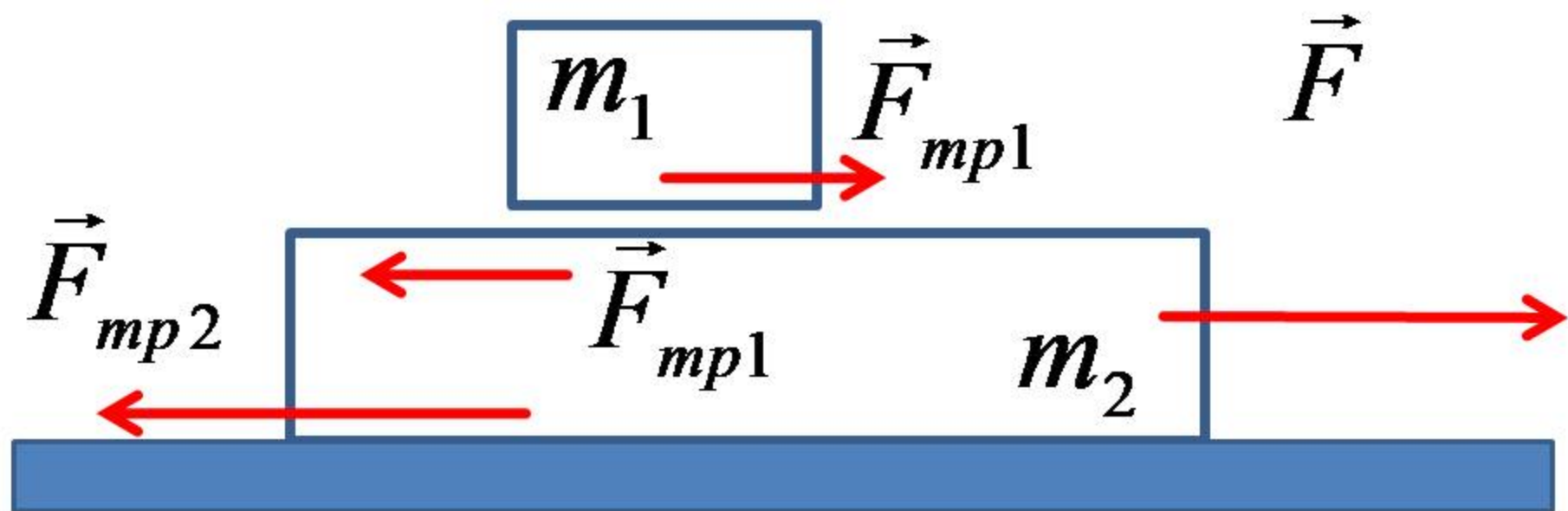
-обязательные задания для всех .

*Выполнение остальных заданий
приветствуется.*

*Ответы будут открыты через 2
недели. Пока у вас есть время
оформить решения, показать мне и
набрать баллы.*



Пример 1. Брусок массой m_1 лежит на доске массой m_2 . Коэффициент трения между доской и столом и между бруском и доской равен μ . На доску начинает действовать горизонтальная сила F , величина которой увеличивается со временем. Опишите варианты движения бруска и доски.



1. Брусок и доска будут неподвижны, если сила F меньше силы трения покоя доски о стол.

$$F \leq \mu(m_1 + m_2)g$$

$$a_1 = a_2 = 0$$

2. Проскальзывание бруска относительно доски начнётся, если ускорение доски превысит ускорение бруска под действием силы трения скольжения.

$$a_2 > a_1 \quad (1)$$

$$m_2 a_2 = F - \mu(2m_1 + m_2)g \quad (2)$$

$$m_1 a_1 = \mu m_1 g \quad (3)$$

Из (1), (2), (3) определяем

$$F_{\text{пред}} > 2\mu(m_1 + m_2)g$$

3. Пока сила будет изменяться в таких пределах

$$\mu(m_1 + m_2)g > F \geq 2\mu(m_1 + m_2)g$$

доска и брусок будут двигаться вместе, пока не начнётся соскальзывание бруска с доски.

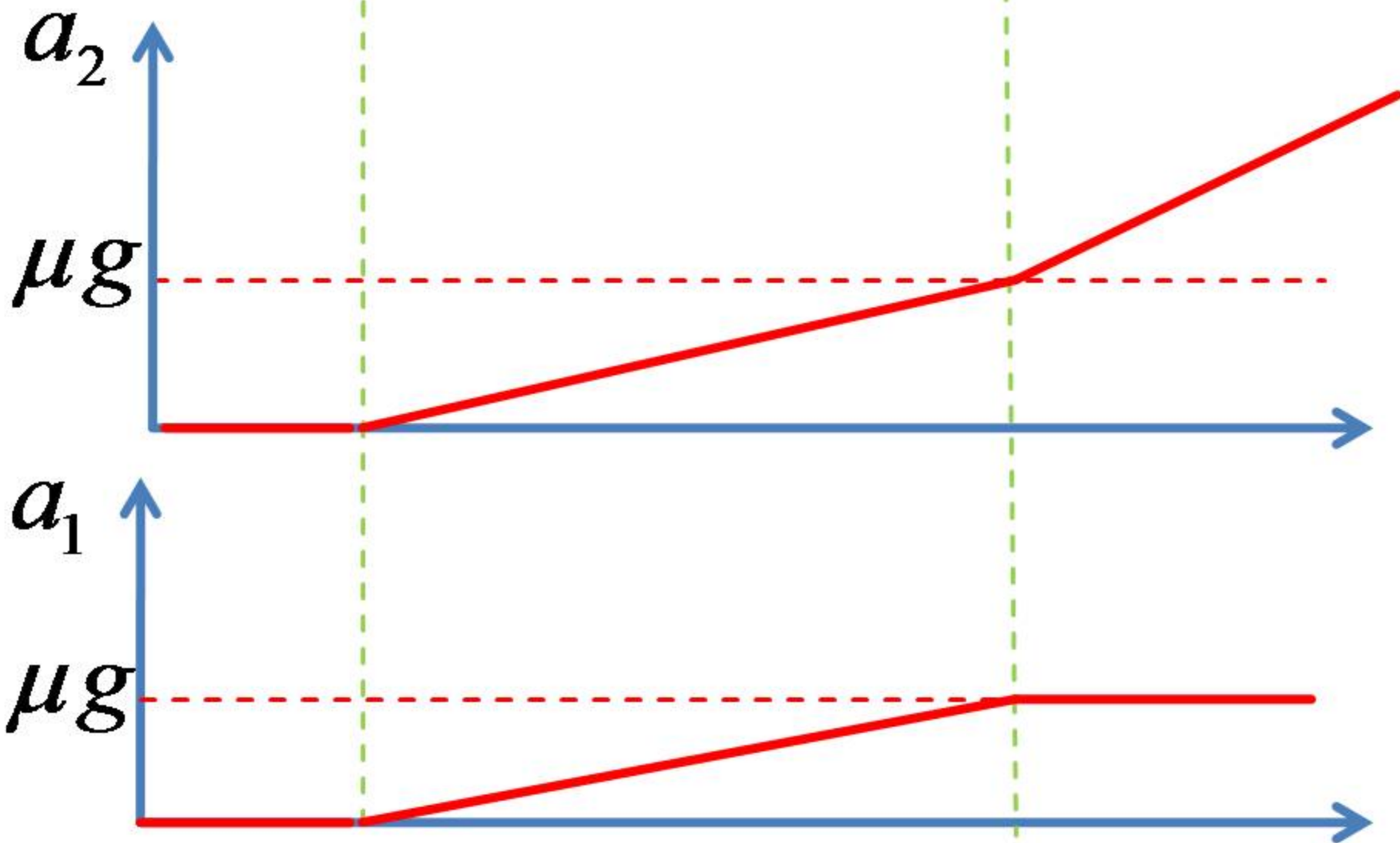
Их ускорение в этом случае можно определить так

$$(m_1 + m_2)a = F - \mu(m_1 + m_2)g$$

$$F < \mu(m_1 + m_2)g$$

$$\mu(m_1 + m_2)g > F \geq 2\mu(m_1 + m_2)g$$

$$2\mu(m_1 + m_2)g < F$$

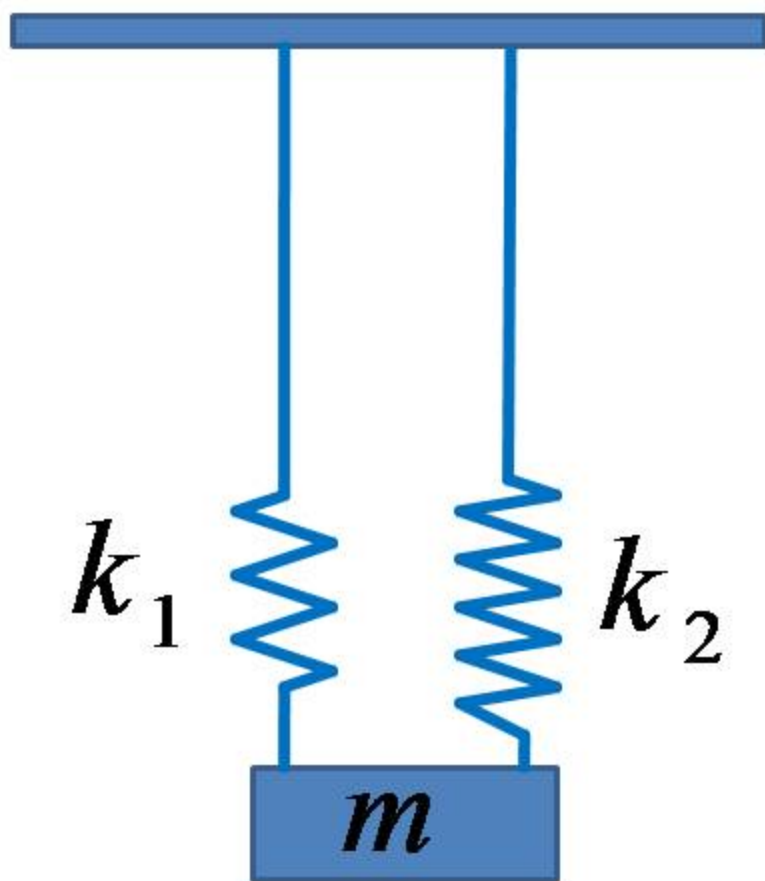


Параллельное соединение пружин.

$$x_1 = x_2$$

$$F = k_1 x_1 + k_2 x_2 =$$
$$= (k_1 + k_2) x$$

$$k_{\text{экв}} = (k_1 + k_2)$$



Последовательное соединение пружин.

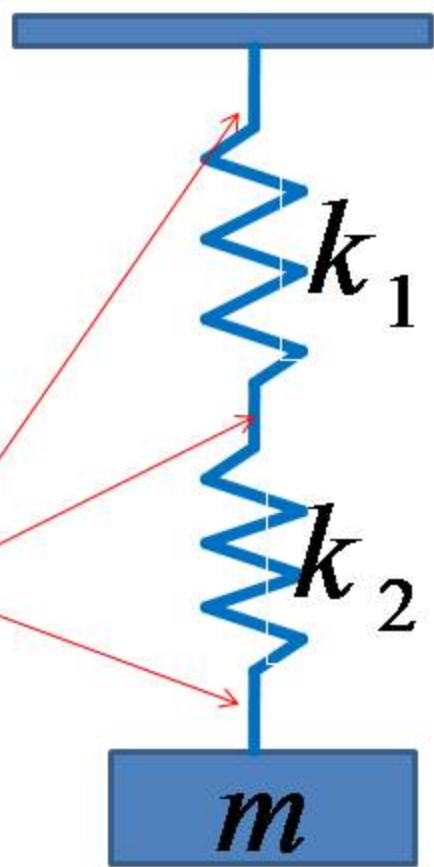
$$x_{\text{экв}} = x_1 + x_2$$

Одинаковые упругие
натяжения возникают во всех
сечениях системы .

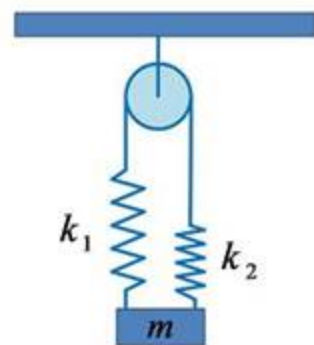
$$F = k_1 x_1 \quad F = k_2 x_2$$

$$F = k_{\text{экв}} (x_1 + x_2)$$

$$k_{\text{экв}} = \frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2}$$



Пример 2. Пружины жёсткостью k_1 и k_2 соединены нитью, перекинутой через блок. Снизу к пружинам прикреплён груз массой m . Нить достаточно длинная, чтобы пружины не задевали блока при колебании груза. Найдите эквивалентную жёсткость пружины.



Параллельное соединение пружин

$$F = k_1 x + k_2 x = k_{\text{экв}} x$$

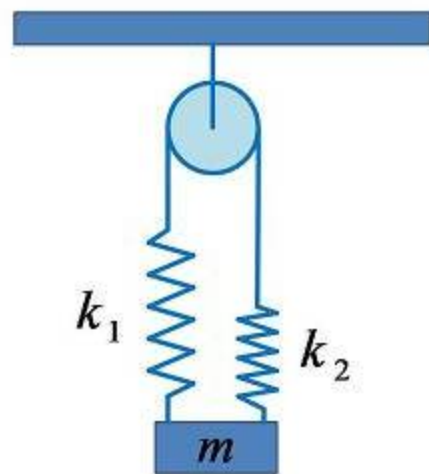
$$k_{\text{экв}} = k_1 + k_2$$

Параллельное соединение пружин

**Одинаковые упругие напряжения
возникают в любом сечении связки**

$$F = k_1 x_1 = k_2 x_2 = k_{\text{экв}} (x_1 + x_2)$$

$$k_{\text{экв}} = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}$$



$$mg / 2 = k_1 x_1 \quad (1)$$

$$mg / 2 = k_2 x_2 \quad (2)$$

$$mg = k_{\text{экв}} (x_1 + x_2) / 2 \quad (3)$$

Из (1), (2), (3) определяем

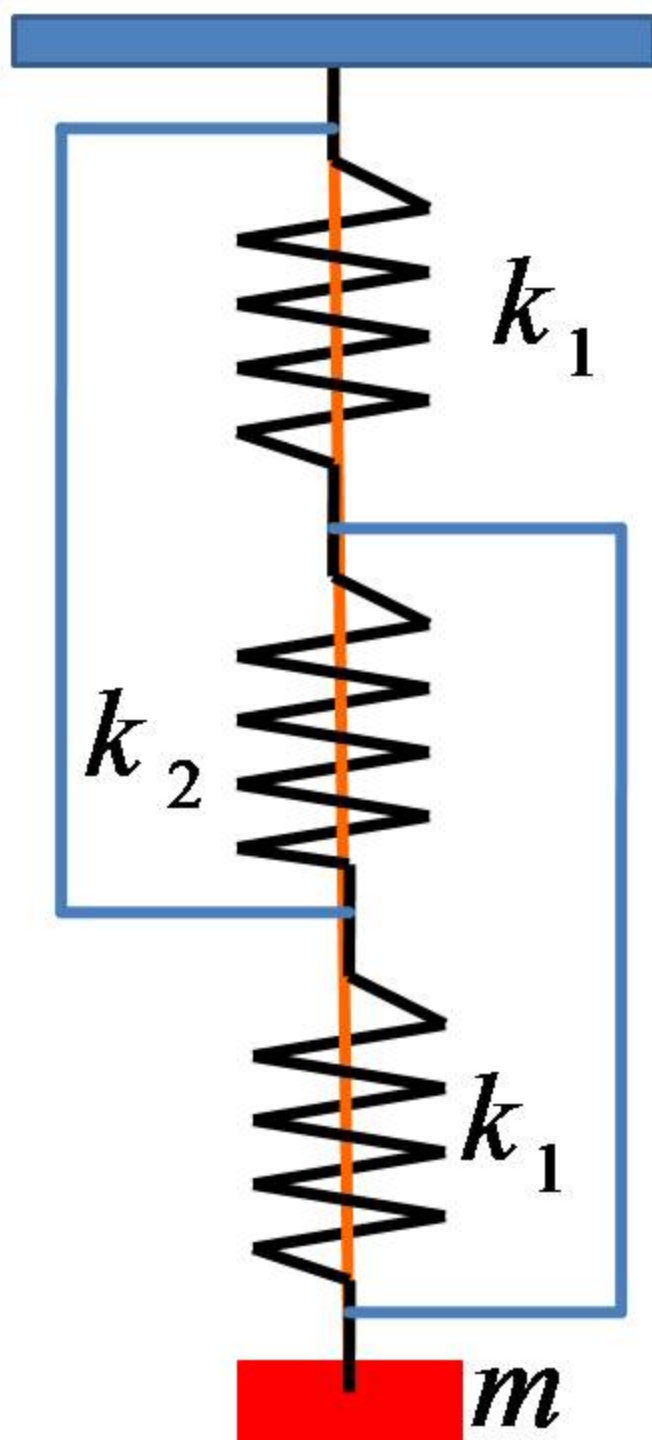
$$k_{\text{экв}} = \frac{4k_1 k_2}{k_1 + k_2}$$

Пример 3.



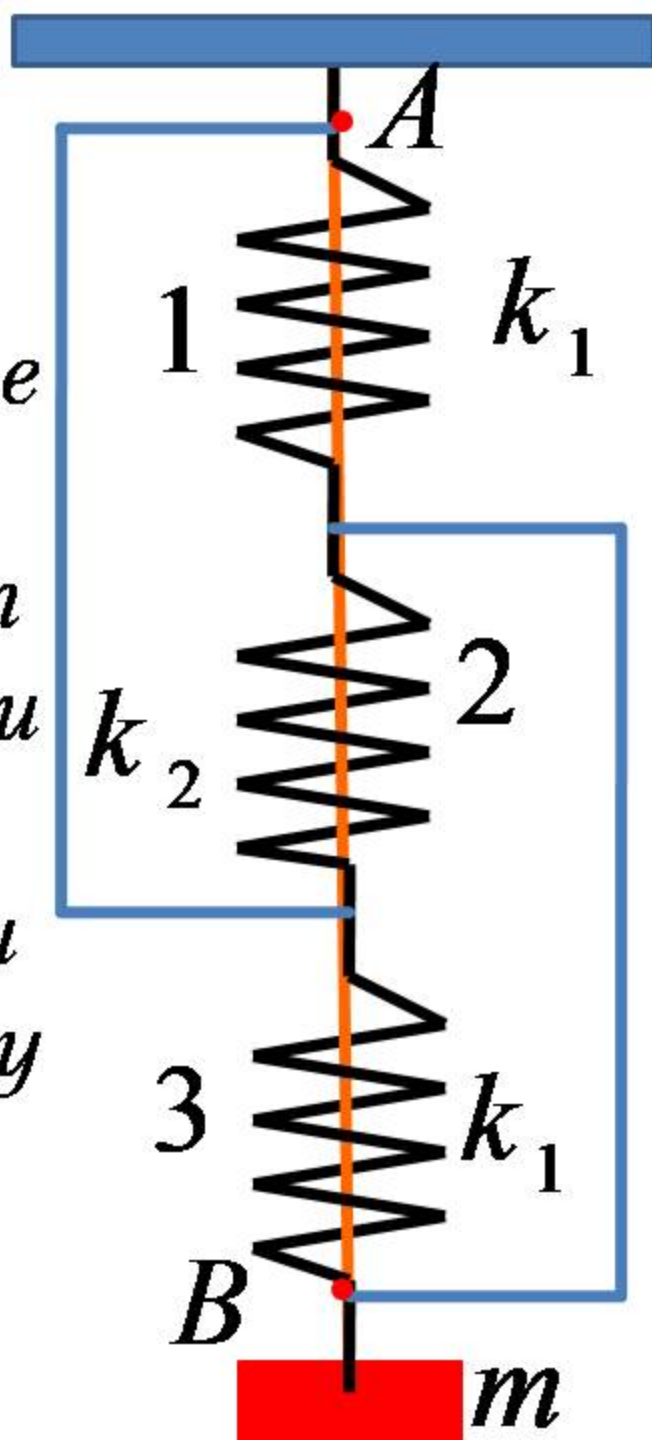
Три пружины соединены между собой, верхняя пружина закреплена на потолке. Пружины надеты на закреплённый на потолке стержень, к нижней пружине прикреплён груз, который может двигаться, не задевая стержень. К системе прикреплены две невесомые жёсткие скобки (показаны синим цветом).

Определите эквивалентную жёсткость системы.



**Найти
эквивалентную
жѳсткость**

Рамка
стоит
на месте
и
передаёт
силы 2 и
3
пружины
на точку
A.

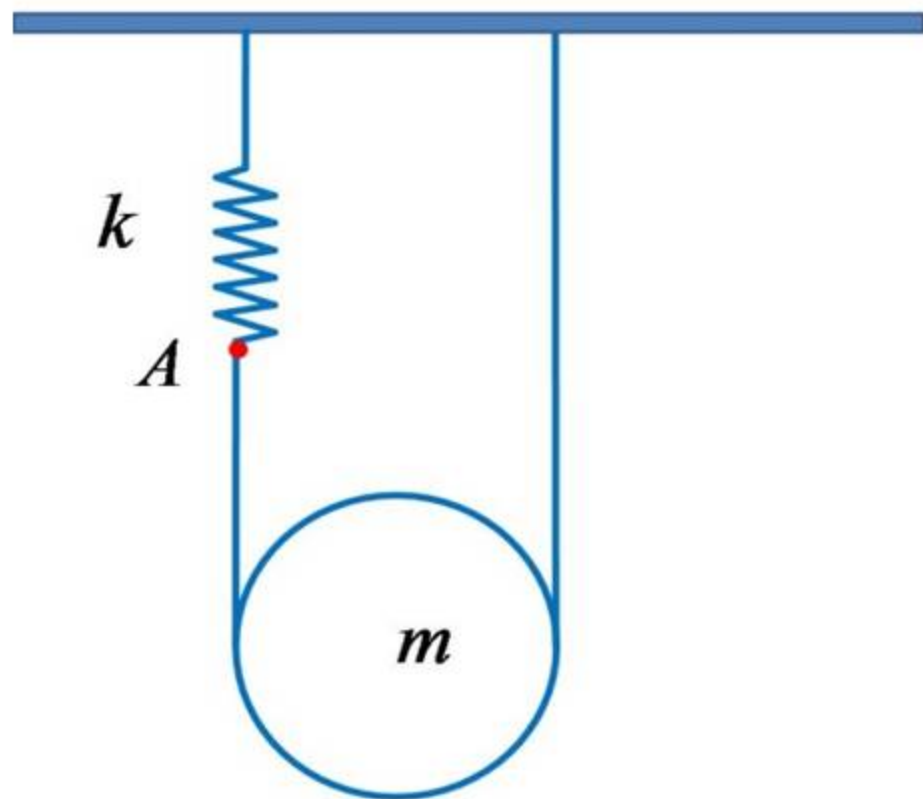


Рамка
опускается вниз
на x . И
передаёт силы
упругости 1 и 2
пружины на
точку B.

Средняя пружина сжимается, верхняя и нижняя растягиваются на одинаковую величину x . Силы упругости всех трёх пружин приложены к точке А и к точке В. Такое соединение эквивалентно параллельному соединению пружин.

$$k_{\text{экв}} = 2k_1 + k_2$$

Пример (самостоятельная работа). По ободу тонкого кольца массой m и радиусом R сделан паз, внутрь которого вставлен трос. При движении троса колесо поворачивается без проскальзывания. Один конец троса закреплён на потолке, второй - присоединён к пружине жёсткостью k . Сначала колесо удерживают неподвижным, прикладывая некоторую силу в точке A , чтобы пружина не была деформированной, затем отпускают. В системе возникают колебания. Потерями механической энергии можно пренебречь.

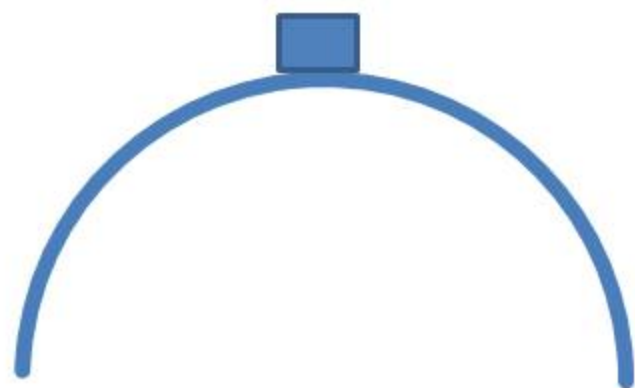


Определите:

- 1) Величину силы F , которую надо было прикладывать к точке A .
- 2) Величину максимальной деформации пружины ΔX в процессе движения колеса.
- 3) Скорость V центра колеса, когда он в первый раз пройдёт положение равновесия.
- 4) Максимальную угловую скорость W_{max} вращения колеса вокруг оси, проходящей через его центр, перпендикулярно его плоскости.
- 5) Полную кинетическую энергию E леса, когда его центр опустился на расстояние L относительно начального положения.

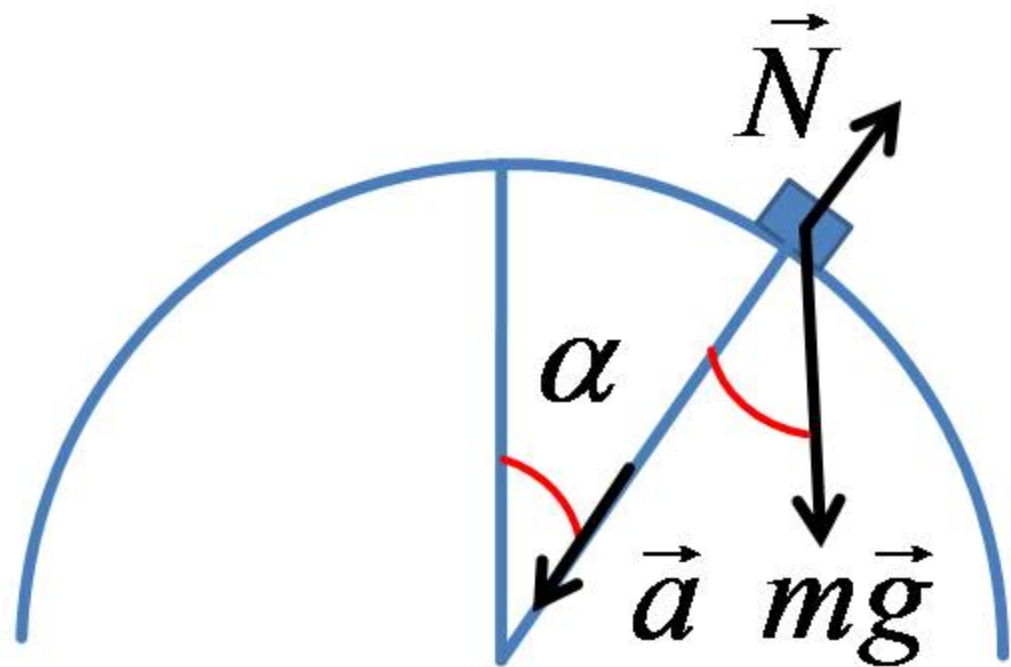
Пример .

С верхней точки полусферы, радиуса R начинает соскальзывать без трения небольшое тело массой m . Найти угол между нормалью к поверхности полусферы и вертикалью в той точке, где тело оторвётся от поверхности.



Тело оторвётся от поверхности полусферы, когда вся составляющая силы тяжести, направленная вдоль радиуса, будет расходоваться на создание центростремительного ускорения. Сила реакции опоры в этот момент обратится в нуль.

$$m \frac{v^2}{R} = m g \cos \alpha - N$$



$$m \frac{v^2}{R} = m g \cos \alpha \quad (1)$$

Скорость тела можно определить по закону сохранения энергии

$$m \frac{v^2}{2} = m g R (1 - \cos \alpha) \quad (2)$$

Из (1) и (2)

$$\cos \alpha = \frac{2}{3}$$

Пример . На краю массивной подставки закреплён невесомый блок. Грузы, массой m_1 и m_2 связаны нитью, перекинутой через блок. Коэффициент трения грузов о подставку равен μ . Подставка движется вправо с ускорением a . Правый груз опускается. Вычислите ускорение грузов относительно подставки.

Д/З. С каким ускорением должна двигаться подставка, чтобы правый груз начал подниматься .

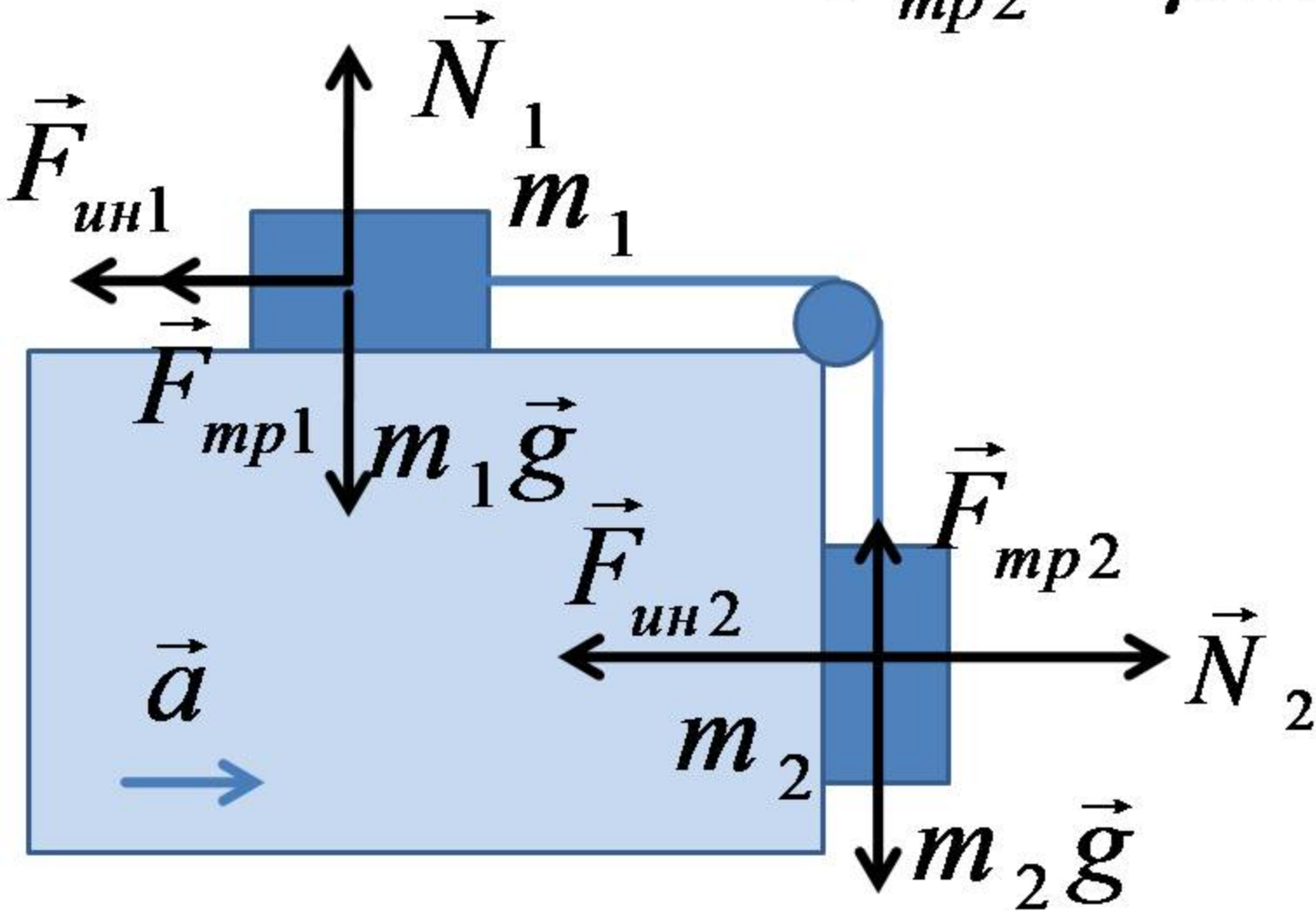
Решение.

Будем решать задачу в неинерциальной системе отсчёта. На грузы действует поступательная сила инерции. Она прижимает второй груз к подставке и определяет силу трения скольжения.



$$F_{uH2} = N_2 = m_2 a$$

$$F_{mp2} = \mu m_2 a$$



$$(m_1 + m_2)a_1 =$$

$$m_2g - \mu m_1g - \mu m_2a - m_1a$$

Пример. Д/З

Брусок массой m поставили на клин, движущийся вправо с ускорением a и отпустили. Найти ускорение бруска относительно клина. Коэффициент трения между поверхностями равен μ .

