

Задачи 2.

Пауки *Stegodyphus pacificus*, обитающие в южной Азии, создают самую тонкую в мире паутину. Её диаметр 10 нм ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$). Оцените длину паутины, которую мог бы сделать такой паук массой $0,2 \text{ г}$. Масса вещества, из которого образуется паутина, составит 10% от массы паука. Плотность паука и паутины считай те приблизительно равными 10^3 кг/м^3 .

Решение:

Масса паутины $M = m \cdot 10\% = 0,2 \text{ г} \cdot 0,1 = 0,02 \text{ г}$. Скорее всего, максимального объема паутины

$$V = \frac{M}{\rho} = \frac{0,02 \cdot 10^{-3} \text{ кг}}{10^3 \text{ кг/м}^3} = 2 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3.$$

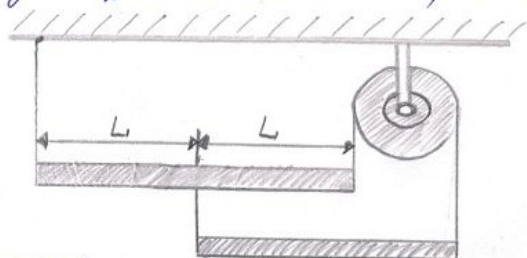
Объем паутины равен произведению её длины L на площадь сечения S . Для оценки площади сечения S можно полагать равной d^2 . Тогда объем паутины $V = L \cdot S = L \cdot d^2$, откуда её длина оценочно

$$L = \frac{V}{d^2} = \frac{2 \cdot 10^{-8}}{(10^{-9})^2} = 2 \cdot 10^8 \text{ м} = 200000 \text{ км}.$$

Как видно, максимальная длина паутины в пять раз превышает длину земного экватора.

Задание 4.

Система, состоящая из двух однородных стержней, трех невесомых нитей и блока, находится в равновесии. Трение в оси блока отсутствует. Все нити вертикальны. Масса верхнего стержня $m_1 = 0,5 \text{ кг}$. Найдите массу m_2 нижнего стержня.



Решение:

Оба стержня находятся в равновесии, не вращаясь, и оба стержня не перемещаются, остаются в покое. Поэтому применим сначала правило моментов для каждого стержня. Поскольку стержни находятся в покое, то равнодействующая сила равна 0. Правило моментов будем расписывать для каждого конца каждого стержня:

$$-m_1 g L - T_3 L + T_2 2L = 0,$$

$$-T_1 2L + m_1 g L + T_3 L = 0$$

$$-m_2 g L + T_2 2L = 0,$$

$$m_2 g L - T_3 2L = 0$$

Решая полученную систему уравнений, получаем, что все силы натяжения нитей равны (обозначим их за T).

Исключим поступательное движение каждого стержня:

$$-T - m_1 g + T + T = 0, \quad T + T - m_2 g = 0$$

Решая эту систему, получаем массу $m_2 = 1 \text{ кг}$.

Ответ: $m_2 = 1 \text{ кг}$.

Задача 1.

Турист первую треть всего времени движения шёл по грунтовой дороге со скоростью $V_1 = 2$ км/ч, затем третью часть всего пути перемещаясь по шоссе со скоростью V_2 . В конце второго участка пути он встретил грузовик, на котором и вернувшись в исходную точку по той же дороге. Известно, что на грузовике он ехал с постоянной скоростью V_3 . Вычислите среднюю (путевую) скорость V_0 туриста. Укажите минимальное возможное значение скорости V_2 .

Решение.

Пусть весь путь составил S км, а все затраченное время составило t часов.

Первый участок пути: скорость $V_1 = 2$ км/ч, время $t/3$ (по условию), следовательно, пройденный путь $2t/3$ км.

Второй участок пути: скорость V_2 , путь $S/3$ (по условию), следовательно, затраченное время равно $S/(3V_2)$ часов.

Последний участок пути (на грузовике): скорость V_3 , пройденный путь $2t/3 + S/3 = (2t + S)/3$ км.

Следовательно, затраченное время равно $(2t + S)/(3V_3)$ часов.

Сложим все участки пути:

$$\frac{2t}{3} + \frac{S}{3} + \frac{2t + S}{3} = S$$

$$4t + 2S = 3S$$

$$4t = S$$

$$\frac{S}{4} = t$$

Итак, средняя скорость равна 4 км/ч.

Находим возможное значение V_2 . Поскольку первый участок (грунтовая дорога) занял треть времени, то на шоссе должно выполняться:

$$t_2 < t - t_1$$

$$t_2 < t - \frac{t}{3}$$

$$t_2 < \frac{2t}{3}$$

$$V_2 > \frac{S}{\frac{2t}{3}} = \frac{2t}{3}$$

$$V_2 > \frac{S}{2t}$$

$$V_2 > 2$$

Задача 3.

Закрытый сосуд, заполненный водой, нагревают, пока вода не начнет кипеть. Для этого в сосуд помещают термометр, который погружают в воду. Когда вода закипит, термометр вынимают и измеряют температуру кипения воды. Воду выливают из сосуда и снова нагревают, пока вода не начнет кипеть. Воду выливают из сосуда и снова нагревают, пока вода не начнет кипеть. Воду выливают из сосуда и снова нагревают, пока вода не начнет кипеть.

Воду выливают из сосуда и снова нагревают, пока вода не начнет кипеть. Воду выливают из сосуда и снова нагревают, пока вода не начнет кипеть. Воду выливают из сосуда и снова нагревают, пока вода не начнет кипеть. Воду выливают из сосуда и снова нагревают, пока вода не начнет кипеть.

Воду выливают из сосуда и снова нагревают, пока вода не начнет кипеть. Воду выливают из сосуда и снова нагревают, пока вода не начнет кипеть. Воду выливают из сосуда и снова нагревают, пока вода не начнет кипеть. Воду выливают из сосуда и снова нагревают, пока вода не начнет кипеть.

Решение:

Воду выливают из сосуда и снова нагревают, пока вода не начнет кипеть. Воду выливают из сосуда и снова нагревают, пока вода не начнет кипеть. Воду выливают из сосуда и снова нагревают, пока вода не начнет кипеть. Воду выливают из сосуда и снова нагревают, пока вода не начнет кипеть.

Воду выливают из сосуда и снова нагревают, пока вода не начнет кипеть. Воду выливают из сосуда и снова нагревают, пока вода не начнет кипеть. Воду выливают из сосуда и снова нагревают, пока вода не начнет кипеть. Воду выливают из сосуда и снова нагревают, пока вода не начнет кипеть.

$$Q = L \cdot M = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1), \text{ тогда } \frac{Q}{M} = \frac{c \cdot m \cdot (t_2 - t_1)}{M} \approx 0,15$$

Задача 5.

В U-образную трубку налили ртуть. Затем в правое колено добавили масло, а в левое - воду. В результате оказалось, что верхние уровни воды и масла совпадают, а нижние - отличаются на $\Delta H = 4 \text{ м}$.

Какой столб воды: воды или масла? Вычислите высоту столба масла. Плотность ртути $\rho_{рт} = 13,6 \text{ г/см}^3$, плотность масла $\rho_{м} = 900 \text{ кг/м}^3$, плотность воды $\rho_{в} = 1000 \text{ кг/м}^3$.

Решение.

Пусть $h_{м}$ и $h_{в}$ - высоты столбов масла и воды соответственно, а h_0 - высота одного колена. Давление на дне трубки в обоих коленах одинаково:

$$\rho_{м} g h_{м} + \rho_{рт} g (h_0 - h_{м}) = \rho_{в} g h_{в} + \rho_{рт} g (h_0 - h_{в}).$$

Разделим обе части на g :

$$\rho_{м} h_{м} + \rho_{рт} (h_0 - h_{м}) = \rho_{в} h_{в} + \rho_{рт} (h_0 - h_{в}).$$

Выполним преобразования. Раскроем скобки:

$$\rho_{м} h_{м} + \rho_{рт} h_0 - \rho_{рт} h_{м} = \rho_{в} h_{в} + \rho_{рт} h_0 - \rho_{рт} h_{в}.$$

Упрощая, получим:

$$\rho_{м} h_{м} - \rho_{рт} h_{м} = \rho_{в} h_{в} - \rho_{рт} h_{в}.$$

Далее выполним следующее преобразование. Вычтем из обеих частей равенства $\rho_{в} h_{м}$:

$$\rho_{м} h_{м} - \rho_{рт} h_{м} - \rho_{в} h_{м} = \rho_{в} h_{в} - \rho_{рт} h_{в} - \rho_{в} h_{м},$$

$$\rho_{м} h_{м} - \rho_{в} h_{м} = \rho_{в} h_{в} - \rho_{рт} h_{в} - \rho_{в} h_{м} + \rho_{рт} h_{м},$$

$$h_{м} (\rho_{м} - \rho_{в}) = (\rho_{в} - \rho_{рт}) (h_{в} - h_{м}).$$

Умножим обе части полученного равенства на (-1) :

$$h_{м} (\rho_{в} - \rho_{м}) = (\rho_{рт} - \rho_{в}) (h_{в} - h_{м}).$$

Так как $h_{м} > 0$, а $\rho_{м} < \rho_{в} < \rho_{рт}$, то $\Delta H = h_{в} - h_{м} > 0$, т.е. столб воды выше.

Теперь найдем высоту столба масла:

$$h_{м} = \frac{\rho_{рт} - \rho_{в}}{\rho_{в} - \rho_{м}} \Delta H = 50,4 \text{ см}$$

Ответ: 50,4 см.