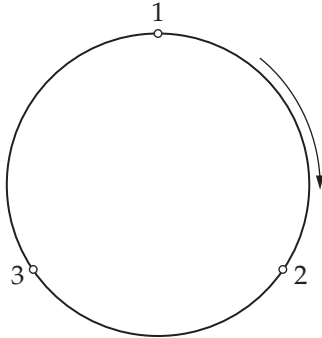


**1. На «стадионе» (8 баллов)**

Три маленьких тела изначально покоятся в трёх равноудаленных точках, принадлежащих окружности длиной 3 метра (см. рисунок).



В некоторый момент они одновременно начинают движение в одном направлении по окружности с постоянными скоростями, равным $v_1 = 4,0$ м/с, $v_2 = 3,6$ м/с, $v_3 = 3,0$ м/с (индекс в обозначении скорости соответствует номеру тела на рисунке). При этом тела не сталкиваются, проходя мимо друг друга. Колонной называется наименьшая дуга окружности, содержащая все три тела. Например, в начальном положении длина колонны равна 2 метра. Найдите минимальную длину колонны в процессе движения тел.

2. Акациевый мёд (6 баллов)

На расстоянии 600 м от пчелиного улья растёт акация, откуда каждая пчела переносит в улей 30 мм^3 нектара за один полёт. При производстве мёда пчёлы испаряют часть содержащейся в нектаре воды, составляющей 60% его массы. В результате содержание воды в мёде уменьшается до 20% от его массы. Пчёлы получают энергию, необходимую для испарения воды, употребляя часть принесённого нектара. За 10 дней цветения пчелиная семья произвела 20 кг мёда. Определите среднюю мощность, затрачиваемую пчёлами только на испарение воды. Какое общее расстояние пролетели пчёлы, собирая нектар и переноса его в улей? Плотность нектара равна $1,2 \text{ г/см}^3$. Известно, что 1 кг нектара обеспечивает пчёлам 6,0 МДж энергии, а для испарения 1 кг воды пчёлам требуется затратить 2,4 МДж энергии. Считайте, что от улья до акации и обратно пчёлы летают по прямой.

3. Солевой раствор (8 баллов)

При смешивании карбоната натрия (соды) массой m_1 и пресной воды массой m_2 получается солевой раствор. Если процентное содержание соды в растворе, равное $\alpha = \frac{m_1}{m_1 + m_2}$, принимает значения от 1% до 14%, то плотность раствора карбоната натрия можно рассчитать, воспользовавшись приближенной формулой

$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha),$$

где ρ_0 плотность пресной воды, равная $1,0 \text{ г/см}^3$. В цилиндрическом сосуде находится водный раствор карбоната натрия плотностью $1,12 \text{ г/см}^3$, уровень которого расположен на высоте 15,0 см от дна сосуда. В раствор добавляют некоторое количество льда, при этом уровень жидкости в сосуде поднялся на 5,0 см. Когда лёд растаял, жидкость перемешали, и процентное содержание карбоната натрия в растворе уменьшилось. Найдите плотность получившегося раствора. На какой высоте расположен уровень раствора в сосуде?

4. Запотевший сосуд (8 баллов)

В холодильной камере при температуре 0°C находится сосуд с водой и льдом. Если переместить этот сосуд в помещение, то на стенках сосуда к моменту, когда весь лёд растает, образуются капельки сконденсированной воды (сосуд запотеет). Масса воды, сконденсированной на стенках сосуда, зависит от температуры воздуха в комнате. Например, если температура воздуха в комнате равна 22°C , то сконденсируется 23 г воды, а при температуре 30°C сконденсируется 18 г воды. Определите массу льда в сосуде. Удельная теплота плавления льда равна 330 кДж/кг , а удельная теплота парообразования воды $2,3 \text{ МДж/кг}$. Считайте, что конвекция отсутствует, мощность теплообмена пропорциональна разности температур сосуда с его содержимым и воздуха, а скорость образования конденсата в обоих случаях одинаковая.