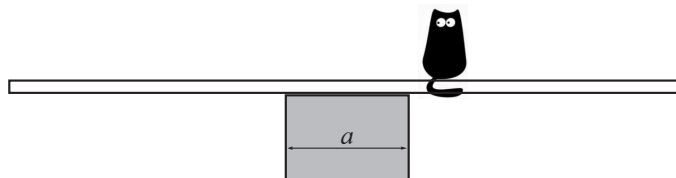


|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                               |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | <p><b>«Непрозрачный» эксперимент.</b> Внутри непрозрачного сосуда с вертикальными стенками находятся 4 кубика. Школьник через небольшое отверстие в крышке сосуда заливает в него воду и измеряет зависимость уровня воды в сосуде <math>h</math> от объёма налитой воды <math>V</math>. По результатам измерений школьник построил график, показанный на рисунке. Определите размеры кубиков, находящихся внутри сосуда. Известно, что кубики могут быть разного размера. Кубики тяжелые и в воде не всплывают.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                               |
| 2 | <p><b>Муравей на карусели.</b> Две одинаковые шестерёнки вращаются в горизонтальной плоскости вокруг закреплённых осей. Муравей хочет проползти через шестерёнки от точки А до точки В. Оказалось, он не может сделать это за время, меньшее, чем время, за которое шестерёнки сделают по обороту. С какой скоростью умеет муравей ползать по шестерёнкам? Скорость края шестерёнки относительно земли известна и равна <math>v</math>.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                               |
| 3 | <p><b>Откачка азота.</b> Жидкий азот, налитый в высокий цилиндрический сосуд площадью <math>S = 200 \text{ см}^2</math>, и находящийся при температуре, близкой к температуре замерзания, охлаждают, откачивая каждую секунду постоянный объём <math>V = 10 \text{ л}</math> испаряющегося газообразного азота. График зависимости уровня жидкого азота от времени приведён на рисунке. Определите по графику:</p> <p>А) плотность откачиваемого газообразного азота, считая её постоянной в течение всего процесса.</p> <p>Б) плотность твердого азота.</p> <p>В рассматриваемых условиях плотность жидкого азота <math>\rho = 868 \text{ кг/м}^3</math>, удельная теплота его плавления <math>\lambda = 25,7 \text{ кДж/кг}</math>, а удельная теплота парообразования азота <math>L = 197,6 \text{ кДж/кг}</math>.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                               |
| 4 | <p><b>Губка Менгера.</b> Восьмиклассник Павел увлекается оригами. В одной из техник оригами большие фигуры собираются из одинаковых маленьких модулей. Каждый модуль имеет форму квадрата с двумя уголками-клапанами для соединения с такими же модулями (см. рисунок). Павел собрал из таких модулей модель фрактала, который называется губка Менгера. Получившаяся фигура показана на рисунке внизу, также на рисунке тёмным цветом выделено расположение одного модуля в модели. Известно, что, если в любом месте проткнуть такую модель булавкой, она пройдёт через 8 слоёв бумаги. Также известно, что модули делаются из квадратных листочков бумаги размером 9 на 9 см.</p> <p>А. Определите длину стороны получившейся модели фрактала.</p> <p>Б. Определите массу получившейся модели, если модули сделаны из бумаги плотностью <math>80 \text{ г/м}^2</math>.</p> <p>Губка Менгера строится по принципу, схематически показанному на рисунке. На первом шаге большой кубик делится на равные кубики <math>3 \times 3 \times 3</math>, подобно кубу Рубика. Затем центральный кубик и кубики в центре каждой из шести граней удаляют. На каждом следующем шаге все маленькие кубики делят на кубики в 3 раза меньшего размера и удаляют кубики в центре и в центрах граней.</p> | <p>схема построения губки Менгера</p> <p>шаг 1                      шаг 2</p> |

5

**Кот учёный.** Сверху на прямоугольном ящике шириной  $a$  лежит доска массой  $M$ . Взад-вперёд по доске ходит Кот учёный массой  $m$ . Вначале доска лежала на ящике симметрично. Затем доску стали сдвигать в одну сторону и измерять длину участка доски, по которому кот может ходить, чтобы доска оставалась в равновесии. Оказалось, что при каждом положении доски, эта длина оказывается различной. Найдите длину доски.



6

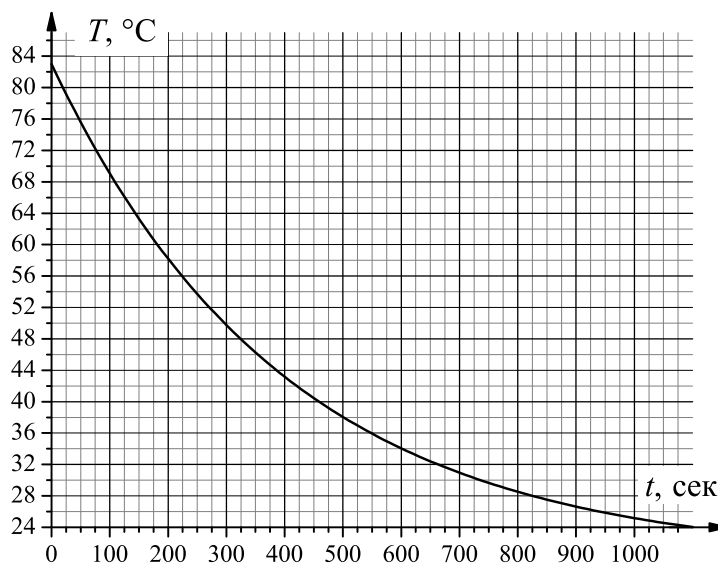
**Подогрев пластилина.** Экспериментатор Глюк решил изучить свойства остывающих тел. Для этого он слепил два шара из пластилина, диаметры которых отличаются в 1,5 раза, и вставил в них одинаковые маленькие нагреватели. Через большое время нагреватели хорошо прогрели оба шара, Глюк отключил нагреватели и начал фиксировать падение температуры обоих шаров. На графике приведена зависимость температуры маленького шара от времени. Используя данные графика определите:

А. Температуру, до которой нагрелся большой шар.

Б. Время  $t_{28}$  остывания большого шара до температуры  $28^\circ\text{C}$ .

В. Температуру большого шара через время  $2t_{28}$  после выключения нагревателя.

Время на графике отсчитывается от момента, когда Глюк выключил нагреватель. Температура в комнате равна  $20^\circ\text{C}$ . Также известно, что мощность теплообмена пропорциональна площади поверхности и разности температур тела и окружающей среды.



7

**Сообщающиеся сосуды.** На рисунке показаны сообщающиеся сосуды. Левый сосуд с площадью сечения  $5S$  закрыт поршнем, в который вставлена трубка площади  $S$ . Правый сосуд площадью  $3S$  закрыт поршнем, который жёстким стержнем длины  $l$  соединен с поршнем площадью  $S$  в трубке. Вся система заполнена водой. В начальный момент поршни площади  $5S$  и  $3S$  удерживали на одном уровне.

А. Поршни отпустили. Насколько сместятся поршни, когда система придёт в положение равновесия?

Б. Сверху на поршень площади  $5S$  начинают наливать воду, уровень воды над поршнем увеличивается со скоростью  $v$ . С какой скоростью будет двигаться этот поршень относительно сосуда?

Все поршни невесомые и могут перемещаться в сосудах без трения о стенки. Плотность воды  $\rho$  считать известной.

