

Задача 1

Юный химик Вася решил отправить своей однокласснице Маше, живущей на последнем этаже Васиного многоквартирного дома, бумажное письмо, так как выходить в Интернет ему запретили родители. Вася рассчитал, что если он привяжет письмо к воздушному шарiku, заполненному легким газом, можно сделать так, чтобы шарик, поднявшись вверх, зацепился за козырек над Машиным балконом, и Маша получила бы письмо Васи. Баллона с газом для надувания шариков у Васи дома не было, однако был рулон алюминиевой пищевой фольги толщиной 10 мкм и шириной 50 см, а также канистра с 20%-ной соляной кислотой, большая стеклянная бутылка, воздушный шарик с ниточкой массой 5 г и письмо массой 4 г. Для простоты считайте, что объем шарика с ниточкой и письмом отличается от объема газа в шарике пренебрежимо мало. Считайте, что фольга состоит из чистого алюминия плотностью 3 г/см^3 (толщина оксидной плёнки, покрывающей фольгу, пренебрежимо мала)

- 1) Каким газом собирался заполнять шарик Вася и на какую химическую реакцию он рассчитывает? Напишите ее уравнение.
- 2) Оцените, какую минимальную длину листа фольги нужно отрезать Васе от имеющегося у него дома рулона, чтобы шарик с письмом полетел вверх? Какой объем (измеренный при нормальных условиях) при этом займет газ в шарике? Приведите ход Ваших рассуждений.
- 3) Чем потенциально опасна затея Васи? Какой газ обычно используют для надувания легких шариков? Какое химическое свойство этого газа делает его безопаснее для использования и чем оно обусловлено?
- 4) Приведите формулы еще двух газов, которые годятся для использования в Васиных целях.

Решение

1) Это водород, который выделится при реакции алюминия с соляной кислотой по уравнению реакции $2\text{Al} + 6\text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2$. *(1 балл - газ, 2 балла - уравнение, без коэффициентов - 1 балл)*

2) Устройство, которое придумал Вася - простейший аэростат. Необходимо рассчитать, сколько водорода необходимо получить Васе. Условие подъема шарика: $m(\text{аэростата}) < m(\text{воздуха})$, если они равны, шарик будет висеть в воздухе.

Пусть количество вещества водорода в шарике - x моль, тогда $2x + 5 + 4 = 29x$, $x = 1/3$ моль, а минимальное количество алюминия, необходимое для получения по уравнению реакции - $2/9$ моль. Масса алюминия - $2/9 \cdot 27 = 6$ г, объем - 2 см^3 . Длина фольги ($V = abc \Rightarrow a = V/bc = 2/(50 \cdot 0.001) = 40$ см. $V(\text{H}_2) = 22.4 \cdot 1/3 = 7.46$ л. *(полный расчет - 5 баллов, ошибка в порядке/размерности - 3 балла, записано условие взлета (уравнение или неравенство с одной переменной) - 2 балла)*

3) Водород - горючий газ, поэтому наличие огня или искр на пути шарика может привести к его взрыву. *(2 балла)* Поэтому обычно для надувания шариков используется гелий *(2 балла)* - он инертен в силу того, что имеет заполненные электронные оболочки и не вступает в химические реакции *(инертность - 2 балла, объяснение - 2 балла)*.

4) NH_3 , CH_4 и другие газы легче воздуха (29 г/моль). Отдельно стоит отметить, что водяные пары в качестве газа не подходят - при разумной температуре окружающей среды водяной пар не может быть получен в концентрации, соответствующей атмосферному давлению (так как давление насыщенных паров при температуре ниже температуры кипения меньше атмосферного), поэтому расчеты для водяного пара будут неверны. *(по 2 балла за каждый, максимум 4 балла)*

