

Задача 2.

В научно-фантастическом романе Александра Беляева “Продавец воздуха” описано изобретение, позволяющее хранить большие объемы воздуха в концентрированном виде при низких температурах:

“Бэйли открыл дверцы одного из шкафов и, выдвинув при помощи механизма ящик, показал содержимое: там лежали блестящие шарики величиною с грецкий орех.<..> Я протянул руку, чтобы взять один из них, но не смог этого сделать.

– Они все сплавлены вместе, – ответил я. Бэйли рассмеялся.

– Сколько весит один кубический метр обыкновенного комнатного воздуха? – спросил он меня.

– Около килограмма.

– Килограмм с четвертью. А в этом шарике заключен один кубический километр воздуха. Не всякая лошадь свезет воз, нагруженный одним таким шариком.”

1. Могут ли эти шарики храниться при комнатной температуре? Что с ними произойдет? Какие условия являются подходящими для хранения таких шариков?
2. Что произойдет, если такой шарик бросить в глубокое озеро?
3. Верно ли собеседники оценивают массу кубометра газообразного воздуха? Ответ обоснуйте при помощи расчетов, сделанных при нормальных условиях.
4. На основании приведенных в тексте данных рассчитайте массу и среднюю плотность шариков, если предположить, что их средний объем - 25 мл.
5. Если предположить, что все величины, описанные в тексте, верны, какие действия не могли бы произойти в реальности?

РЕШЕНИЕ

1. Конечно, раз компоненты воздуха газообразны при комнатной температуре, шарики не смогут быть настолько плотными и превратятся в газ. **(2 балла)** Храниться они могут только при очень низких температурах. **(2 балла)**

2. Озеро содержит жидкую воду с температурой выше 0 градусов Цельсия, это более чем на 100 градусов выше, чем закипают основные компоненты воздуха (кислород и азот), а при такой плотности шарик, очевидно, будет быстро тонуть. Это означает, что шарик будет соприкасаться с очень горячей для него средой и быстро испаряться, а поскольку вода - вязкая среда, большому количеству появившихся газообразных продуктов будет некуда деваться и произойдет взрыв. Подобные взрывы, кстати, описаны в других фрагментах цитируемой книги. **(2 балла за указание на взрыв, 2 балла за объяснение, почему это случится)**

3. Средняя молярная масса воздуха - 29 г/моль, при этом в одном кубометре воздуха при н.у. содержится $1000/22.4 = 44.64$ моль газа. Тогда $m(1 \text{ м}^3) = 44.64 \cdot 29 = 1294$ г, это чуть больше, чем «килограмм с четвертью», но в целом оценка произведена достаточно точно. **(верная оценка - 2 балла, расчет 2 балла)**

4. $1 \text{ км}^3 = 10^9 \text{ м}^3$, если взять, что 1 м^3 весит 1,25 кг, то один шарик имеет массу $1,25 \cdot 10^9$ кг или 1,25 млн тонн, а его плотность - $d = 1,25 \cdot 10^9 / 0.025 = 50$ млн тонн/л. Таким образом количество газа, заключенное в одном шарике, сопоставимо с годовым объемом добычи природного газа в России, а плотность шарика на много порядков превышает плотность металлов. **(масса в правильных единицах - 2 балла, плотность - 2 балла)**

5. Очевидно, при такой массе одного шарика никакая лошадь не смогла бы сдвинуть его с места, кроме того, было бы затруднительно выдвинуть ящик с шариками из шкафа с помощью какого-либо механизма, поскольку даже самые мощные краны не способны перемещать грузы такой массы. **(каждый факт - 2 балла)**

