

Решения задач и система оценивания – 7 - 8 класс (2023 г)

Задача № 1

Согласно закону Архимеда аэростат взлетит в атмосфере данной планеты, если молярная масса газа внутри него будет меньше средней молярной массы атмосферы:

$$M(\text{газа}) < M(\text{атмосферы планеты}).$$

Рассчитаем среднюю молярную массу атмосферы планеты:

$$M(\text{атмосферы планеты}) = \varphi(\text{CH}_4) \cdot M(\text{CH}_4) + \varphi(\text{N}_2) \cdot M(\text{N}_2) = 0.6 \cdot 16 + 0.4 \cdot 28 = 20.8 \text{ г/моль}.$$

Таким образом, аэростат можно заполнить, например, следующими газами или их смесями:

$$\text{H}_2 (2 \text{ г/моль}); \text{He} (4 \text{ г/моль}); \text{CH}_4 (16 \text{ г/моль}).$$

Система оценивания: расчёт $M(\text{атмосферы})$ – 2 балла; вывод о том, что $M(\text{газа})$ должна быть меньше $M(\text{атмосферы планеты})$ – 1 балл; примеры газов – 3 балла (по одному за каждый пример).

Задача № 2

1) Молекула простого вещества состоит из одного или нескольких атомов одного элемента и имеет формулу X_n , где $n = 1, 2, 3, \dots$ – целое число. Найдём молярную массу этого вещества: $M(X_n) = m_0(\text{молекулы } X_n) \cdot N_A = 7,9708 \cdot 10^{-23} \text{ г} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ 1/моль} = 48 \text{ г/моль}$. Таким образом, молярная масса элемента $M(X) = M(X_n) / n = 48 / n$; методом перебора n находим, что при $n = 3$ величина $M(X) = 16 \text{ г/моль}$ – это кислород, а простое вещество озон O_3 .

2) Озон – это аллотропная модификация кислорода.

В природе образование озона $3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{O}_3$ происходит под действием грозových электрических разрядов и ультрафиолетового излучения в верхних слоях атмосферы; в технике и в лаборатории его получают действием электрического разряда на кислород или воздух, следы озона образуются при работе «кварцевых» ртутных ламп (кварцевание). Озон – токсичный газ, сильнейший окислитель, он является компонентом фотохимического смога. Полезные свойства – озоновый слой в атмосфере Земли защищает живые существа от воздействия жесткого ультрафиолетового излучения Солнца, примеси озона в воздухе помещений используют для их дезинфекции (кварцевание помещений в больницах и поликлиниках), озон используют для обеззараживания питьевой воды и воды в бассейнах.

Система оценивания: определение простого вещества – озона – 2 балла; получение и свойства озона – 3 балла.

Задача № 3

Речь идет о железе, которое в молекуле гемоглобина присутствует в форме катиона Fe^{2+} .

Рассчитаем число атомов железа в 200 г яблок:

$$N(\text{Fe} / 200 \text{ г}) = 2 N(\text{Fe} / 100 \text{ г}) = 2 n(\text{Fe} / 100 \text{ г}) \cdot N_A = 2 (2,8 \cdot 10^{-3} \text{ г} / 56 \text{ г/моль}) \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 6,022 \cdot 10^{19} \text{ атомов}.$$

Определим число яблок массой 200 г, в которых содержится $3,01 \cdot 10^{20}$ атомов железа:

$$\text{Число яблок} = (3,01 \cdot 10^{20} \text{ атомов Fe}) / (6,022 \cdot 10^{19} \text{ атомов Fe}) = 5 \text{ яблок}.$$

Система оценивания: определение металла и его формы – 2 балла; расчёт числа атомов железа в яблоке массой 200 г. – 4 балла; расчёт количества яблок – 4 балла.

Задача № 4

Обозначим формулу искомого газа $AxBy$, причем $x + y = 7$.

Относительная молекулярная масса газа численно совпадает с его молярной массой и $M(AxBy) = 298$ г/моль. По условию задачи атомная масса элемента A равна $298 \cdot 0,617 = 183,87$ г/моль ≈ 184 г/моль – это вольфрам W . Ясно, что его индекс в формуле равен $x = 1$, поскольку при $x = 2$ и более будет превышение молярной массы газа.

Отсюда $y = 7 - 1 = 6$ и формула газа WB_6 .

Найдем атомную массу элемента B : $M(B) = (M(WB_6) - M(W)) / 6 = (298 - 184) / 6 = 19$ г/моль – это фтор. Искомый газ WF_6 .

Система оценивания: определение тяжелого элемента и его индекса в формуле – 2,5 балла, определение второго элемента и его индекса – 2,5 балла.

Задача № 5

Рассчитаем массу 10 литров жидкого азота: $m = 10000$ мл $\cdot 0,808$ г/мл = 8080 г.

Азот, как простое вещество, существует в форме двухатомной молекулы N_2 , его молярная масса равна $14 \cdot 2 = 28$ г/моль, тогда количество вещества в 10 литрах жидкого азота $n = 8080/28 = 288,6$ моль. При нормальных условиях такое количество вещества газообразного азота займет объём:

$$V = 288,6 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 6465 \text{ л.}$$

Учитывая, что воздух содержит 78 % азота по объему, то объем воздуха, необходимый для получения 10 литров жидкого азота равен: $V_{\text{возд}} = 6465/0,78 \approx 8300$ л. (Верным ответом считается интервал 8080–8300 л, отвечающий содержанию азота в воздухе 78–80 %).

Система оценивания: упоминание о двухатомном строении молекулы (в том числе использование молярной массы, соответствующей молекуле N_2) – 1 балл;

расчёт массы 10 литров жидкого азота – 1 балл;

расчёт количества вещества в 10 литрах жидкого азота – 2 балла;

расчёт объёма газа – 1 балл;

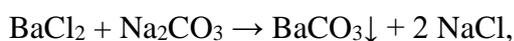
расчёт объёма воздуха – 2 балла.

Задача № 6

Разделение смеси речного песка и кристаллов хлорида натрия и хлорида бария:

1) смесь обрабатываем водой – соли растворяются, а осадок речного песка отфильтровываем;

2) фильтрат обрабатываем избытком раствора карбоната натрия – все ионы Ba^{2+} осаждаем:

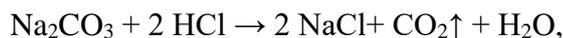


осадок отфильтровываем и растворяем в избытке соляной кислоты:



далее раствор упариваем и из него удаляются вода и остатки хлороводорода;

3) фильтрат, полученный после отделения осадка $BaCO_3$ и содержащий растворенные $NaCl$ и остаток Na_2CO_3 , обрабатываем избытком соляной кислоты и удаляем соду:



полученный раствор упариваем и из него удаляются вода и остатки хлороводорода.

Система оценивания: обработка смеси водой – 1 балл; обработка фильтрата избытком раствора Na_2CO_3 с последующей обработкой $BaCO_3$ раствором HCl и два уравнения реакций – 3 балла; выделение соли $NaCl$ и уравнение реакции – 3 балла.