

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ

Муниципальный этап

Иркутск, 2022-23 уч. г.

8 класс

ЗАДАЧА 8-1

В четыре пробирки налиты прозрачные жидкости: вода, растворы соляной кислоты, гидроксида натрия и хлорида аммония. Определите, какое вещество находится в каждой пробирке, пользуясь предоставленным набором реактивов и универсальной индикаторной бумагой. Докажите ход своих рассуждений и запишите соответствующие уравнения реакций.

РЕШЕНИЕ

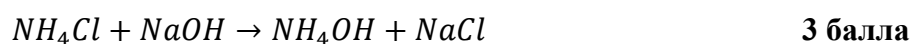
1. Опустим во все пробирки индикаторную бумагу.

В пробирке с водой она не изменит цвет. **2 балла**

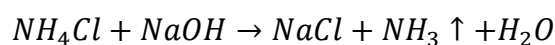
В пробирке с раствором NaOH индикатор меняет цвет на синий. **2 балла**

В пробирках с растворами соляной кислоты и гидроксида аммония бумага приобретет красный цвет **2 балла**

Для идентификации хлорида аммония в обе пробирки добавить гидроксид натрия. При взаимодействии с кислотой видимых изменений не будет, при взаимодействии с хлоридом аммония будет выделяться аммиак с характерным запахом. **4 балла**



Также принимается в зачет уравнение:



После взаимодействия с гидроксидом натрия можно снова определить кислотность среды с помощью индикатора: в случае с соляной кислотой прошла реакция нейтрализации, значит, индикатор не изменит свой цвет, а при взаимодействии с хлоридом аммония

влажная индикаторная бумага приобретет синюю окраску. **5 баллов**

Итого **20 баллов**

ЗАДАЧА 8-2

Каждый год вечером 23 октября, ровно в 6 часов 02 минуты, химики всего мира отмечают день моля или день числа Авогадро. Вспомните, чему равно число Авогадро, и рассчитайте, сколько молекул «солнечного газа» использовали, чтобы наполнить праздничные шары, если суммарная масса газа в них составила 400 г?

РЕШЕНИЕ

1. «Солнечный газ» - это гелий. **4 балла**
2. Число Авогадро можно записать в виде $6,02 \cdot 10^{23}$. Постоянная Авогадро $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ (Оценивается любая из форм записи) **5 баллов**
3. 1 моль гелия имеет массу 4 г и содержит $6,02 \cdot 10^{23}$ молекул. **3 балла**
4. Составим пропорцию: **4 балла**

4 г гелия — $6,02 \cdot 10^{23}$ молекул

400 г гелия — x молекул

$$x = \frac{400 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{4} = 6,02 \cdot 10^{25} \quad \text{4 балла}$$

Альтернативный способ решения: найдем количество моль гелия.

$$n = \frac{m}{M} = \frac{400 \text{ г}}{4 \text{ г/моль}} = 100 \text{ моль}$$

1 моль гелия — $6,02 \cdot 10^{23}$ молекул

100 моль гелия — x молекул

$$x = \frac{100 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{1} = 6,02 \cdot 10^{25}$$

Альтернативный способ решения при верных расчетах оценивается в полном объеме.

Итого: **20 баллов**

ЗАДАЧА 8-3

Юному химику для приготовления растворов потребовалось получить дистиллированную воду. Помогите ему справиться с этой задачей. Для этого ответьте на следующие вопросы:

1. Что такое дистиллированная вода?
2. Какой процесс можно использовать для дистилляции воды в домашних условиях?
3. К каким процессам он относится – физическим или химическим?

Предложите установку для получения дистиллированной воды в домашних условиях. Укажите, какие элементы конструкции она должна содержать. Что происходит с водой в этом приборе? Объясните, почему не рекомендуется употреблять дистиллированную воду для питья.

РЕШЕНИЕ

1. Дистиллированная вода – это вода, очищенная от растворенных в ней минеральных солей, органических веществ и других примесей. **2 балла**
2. Процесс, с помощью которого можно получить дистиллированную воду в домашних условиях – это выпаривание. **2 балла**
3. Выпаривание – это физический процесс. **1 балл**
4. Для сборки дистиллятора в домашних условиях необходимы следующие элементы:
 - Нагревательный прибор (плита, электрический чайник); **6 баллов**
 - Средство для сбора и охлаждения водяного пара (например, в качестве него можно использовать холодную стеклянную трубку или трубку из алюминиевой фольги, перевернутую фарфоровую чашку, стеклянную банку и т.д.);
 - Сосуд для сбора конденсата.

При кипячении вода испаряется, а растворенные примеси остаются в исходном сосуде. Водяной пар конденсируется на холодной поверхности, и капельки очищенной воды собираются в отдельном сосуде. **4 балла**

- 5 Пить дистиллированную воду не рекомендуется, поскольку она, в отличие от природной воды, не содержит растворённых солей, необходимых организму как макро- и микроэлементы. **5 баллов**

Итого **20 баллов**

ЗАДАЧА 8-4

Растворимость бромиды калия при 0°C и 45°C составляет соответственно 50 и 80 г в 100 г воды. Вычислите:

- 1) Процентные концентрации растворов бромиды калия, насыщенных при 0° и 45°;
- 2) Сколько граммов бромиды калия можно дополнительно растворить при 45° в 2 кг раствора бромиды калия, насыщенного при 0°.

РЕШЕНИЕ

Найдем массовую долю бромиды калия при 0°C:

$$m_{\text{р-ра}} = 50 + 100 = 150 \text{ г} \quad 1 \text{ балл}$$

$$\omega_{KBr} = \frac{50}{150} \cdot 100\% = 33,33\% \quad 2 \text{ балла}$$

Массовая доля бромиды калия при 45°C:

$$m_{\text{р-ра}} = 80 + 100 = 180 \text{ г} \quad 1 \text{ балл}$$

$$\omega_{KBr} = \frac{80}{180} \cdot 100\% = 44,44\% \quad 2 \text{ балла}$$

Найдем массу соли в 2 кг раствора, насыщенного при 0°C:

$$150 \text{ г раствора} - 50 \text{ г } KBr \quad 3 \text{ балла}$$

$$2000 \text{ г раствора} - x \text{ г } KBr$$

$$x = \frac{50 \cdot 2000}{150} = 666,67 \text{ г} \quad 3 \text{ балла}$$

Обозначим массу KBr, которую нужно добавить, за x .

Тогда масса вещества после добавления станет равной $666,67 + x$ 2 балла

Масса раствора станет равной $2000 + x$ 2 балла

Тогда выражение для массовой доли примет вид: 2 балла

$$\frac{666,67 + x}{2000 + x} = 0,4444$$

$$(2000 + x) \cdot 0,4444 = 666,67 + x \quad 2 \text{ балла}$$

$$888,88 + 0,44x = 666,67 + x$$

$$222,21 = 0,56x$$

$$x = 396,66 \text{ г}$$

Итого 20 баллов

ЗАДАЧА 8-5

В крови человека (и животных) содержится сложный белок (фермент) — гемоглобин. Он обеспечивает перенос кислорода с кровью ко всем органам. Уникальные свойства данного фермента обусловлены тем, что в его состав входит комплексное соединение элемента Э — гем. Кстати, именно гем придает окраску крови в красный цвет. Определите Э, если известно что массовая доля этого элемента в геме (гем А с брутто-формулой $C_{49}H_{56}O_6N_4Э$) составляет 6,57% .

В среднем у мужчин объем крови составляет 5,2 л, а у женщин — 3,9 л. При этом содержание гемоглобина в крови считается нормальным: для мужчин — 145 г/л, а у женщин на 3,5% меньше. Рассчитайте максимальный объем кислорода, который может быть перенесен (за один раз) кровью в организме мужчины и в организме женщины, если известно, что 1 г гемоглобина способен переносить 1,34 мл кислорода.

РЕШЕНИЕ

1) Определим элемент Э:

$$\omega(Э) = \frac{Ar(Э)}{Mr(\text{гем А})} \cdot 100\% = \frac{Ar(Э)}{Mr(C_{49}H_{56}O_6N_4Э)} \cdot 100\% = 6,57\%$$

3 балла

$$\omega(Э) = \frac{x}{12 \cdot 49 + 56 + 16 \cdot 6 + 14 \cdot 4 + x} \cdot 100\% = \frac{x}{796 + x} \cdot 100\% = 6,57\%$$

$$\frac{x}{796 + x} = \frac{6,57\%}{100\%}$$

$$x = 0,0657 \cdot (796 + x); \quad x \cdot (1 - 0,0657) = 52,29772$$

$$x = 55,97 \approx 56$$

3 балла

По таблице Менделеева находим элемент с атомной массой ≈ 56 а.е.м. — это железо (Fe).

2 балла

Комментарий: если расчеты не произвели, а просто догадались, что этот элемент - железо, то ставим 1 балл

2) Рассчитаем, сколько всего гемоглобина в крови мужского и женского организма:

$$m(\text{гемоглобин}) = V(\text{крови}) \cdot C(\text{гемоглобин})$$

$$\text{ - для мужчин } m(\text{гемоглобин}) = 5,2 \text{ л} \cdot 145 \text{ г/л} = 754 \text{ г}$$

3 балла

$$\text{ - для женщин } m(\text{гемоглобин}) = 3,9 \text{ л} \cdot 145 \cdot (100 - 3,5)/100 \text{ г/л} = 545,7 \text{ г}$$

3 балла

3) Рассчитаем объем переносимого кислорода:

$$V(\text{кислород}) = m(\text{гемоглобин}) \cdot V(\text{кислород переносимый 1 г})$$

- для мужчин $V(\text{кислород}) = 754 \text{ г} \cdot 1,34 \text{ мл/г} = 1010,36 \text{ мл} \approx 1 \text{ л}$

3 балла

- для женщин $V(\text{кислород}) = 545,7 \text{ г} \cdot 1,34 \text{ мл/г} = 731,24 \text{ мл} \approx 0,7 \text{ л}$

3 балла

Итого

20 баллов