

Константы

| | |
|---------------------------------------|---|
| Число Авогадро, N_A | 6.022×10^{23} моль ⁻¹ |
| Элементарный заряд, e | 1.602×10^{-19} Кл |
| Универсальная газовая постоянная, R | 8.314 Дж моль ⁻¹ К ⁻¹ |
| Постоянная Фарадея, F | $96\,485$ Кл моль ⁻¹ |
| Постоянная Планка, h | 6.626×10^{-34} Дж с |
| Температура в Кельвинах (К) | $T_K = T_{\circ C} + 273.15$ |
| Ангстрем, Å | 1×10^{-10} м |
| пико, п | $1 \text{ пм} = 1 \times 10^{-12}$ м |
| нано, н | $1 \text{ нм} = 1 \times 10^{-9}$ м |
| микро, мк | $1 \text{ мкм} = 1 \times 10^{-6}$ м |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 18 |
| 1 H 1.008 | 2 | | | | | | | | | | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 2 He 4.003 |
| 3 Li 6.94 | 4 Be 9.01 | | | | | | | | | | | 5 B 10.81 | 6 C 12.01 | 7 N 14.01 | 8 O 16.00 | 9 F 19.00 | 10 Ne 20.18 |
| 11 Na 22.99 | 12 Mg 24.31 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 Al 26.98 | 14 Si 28.09 | 15 P 30.97 | 16 S 32.06 | 17 Cl 35.45 | 18 Ar 39.95 |
| 19 K 39.10 | 20 Ca 40.08 | 21 Sc 44.96 | 22 Ti 47.87 | 23 V 50.94 | 24 Cr 52.00 | 25 Mn 54.94 | 26 Fe 55.85 | 27 Co 58.93 | 28 Ni 58.69 | 29 Cu 63.55 | 30 Zn 65.38 | 31 Ga 69.72 | 32 Ge 72.63 | 33 As 74.92 | 34 Se 78.97 | 35 Br 79.90 | 36 Kr 83.80 |
| 37 Rb 85.47 | 38 Sr 87.62 | 39 Y 88.91 | 40 Zr 91.22 | 41 Nb 92.91 | 42 Mo 95.95 | 43 Tc - | 44 Ru 101.1 | 45 Rh 102.9 | 46 Pd 106.4 | 47 Ag 107.9 | 48 Cd 112.4 | 49 In 114.8 | 50 Sn 118.7 | 51 Sb 121.8 | 52 Te 127.6 | 53 I 126.9 | 54 Xe 131.3 |
| 55 Cs 132.9 | 56 Ba 137.3 | 57-71 | 72 Hf 178.5 | 73 Ta 180.9 | 74 W 183.8 | 75 Re 186.2 | 76 Os 190.2 | 77 Ir 192.2 | 78 Pt 195.1 | 79 Au 197.0 | 80 Hg 200.6 | 81 Tl 204.4 | 82 Pb 207.2 | 83 Bi 209.0 | 84 Po - | 85 At - | 86 Rn - |
| 87 Fr - | 88 Ra - | 89-103 | 104 Rf - | 105 Db - | 106 Sg - | 107 Bh - | 108 Hs - | 109 Mt - | 110 Ds - | 111 Rg - | 112 Cn - | 113 Nh - | 114 Fl - | 115 Mc - | 116 Lv - | 117 Ts - | 118 Og - |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 57 La 138.9 | 58 Ce 140.1 | 59 Pr 140.9 | 60 Nd 144.2 | 61 Pm - | 62 Sm 150.4 | 63 Eu 152.0 | 64 Gd 157.3 | 65 Tb 158.9 | 66 Dy 162.5 | 67 Ho 164.9 | 68 Er 167.3 | 69 Tm 168.9 | 70 Yb 173.0 | 71 Lu 175.0 |
| 89 Ac - | 90 Th 232.0 | 91 Pa 231.0 | 92 U 238.0 | 93 Np - | 94 Pu - | 95 Am - | 96 Cm - | 97 Bk - | 98 Cf - | 99 Es - | 100 Fm - | 101 Md - | 102 No - | 103 Lr - |



Республиканская олимпиада по химии

Районный этап (2023-2024).

Официальный комплект решений 9-класса.

Содержание

| | |
|------------------------------------|---|
| Задача №1. Смесь (8%) | 3 |
| Задача №2. Азотная кислота (7%) | 5 |
| Задача №3. Юный физхимик (10%) | 5 |
| Задача №4. Реакция Замещения (10%) | 7 |

Задача №1. Смесь

| 1.1 | 1.2 | 1.3 | Всего | Всего(%) |
|-----|-----|-----|-------|----------|
| 2 | 3 | 3 | 8 | 8 |

Автор: Бегдаир С.

1.1 (2 балла)

Рассчитываем химические количества веществ:

$$n_o(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{M(\text{Zn})} = \frac{70}{65} = 1.077 \text{ моль}$$

$$n(\text{S}) = \frac{m(\text{S})}{M(\text{S})} = \frac{30}{32} = 0.9375 \text{ моль}$$

Пишем химическую реакцию между компонентами и определяем химическое количество образованного продукта:



$$n(\text{ZnS}) = n(\text{S}) = 0.9375 \text{ моль}$$

Определяем химическое количество оставшегося вещества:

$$n_p(\text{Zn}) = n(\text{ZnS}) = 0.9375 \text{ моль}$$

$$n(\text{Zn}) = n_o(\text{Zn}) - n_p(\text{Zn}) = 1.077 - 0.9375 = 0.1395 \text{ моль}$$

Рассчитываем массы веществ и их массовые доли:

$$m(\text{ZnS}) = n(\text{ZnS}) \cdot M(\text{ZnS}) = 97 \times 0.9375 = 90.935 \text{ г}$$

$$m(\text{Zn}) = n(\text{Zn}) \cdot M(\text{Zn}) = 65 \times 0.1395 = 9.067 \text{ г}$$

$$m(\text{см.}) = m(\text{ZnS}) + m(\text{Zn}) = 90.935 + 9.065 = 100 \text{ г}$$

$$w(\text{ZnS}) = \frac{m(\text{ZnS})}{m(\text{см.})} \cdot 100\% = \frac{90.935}{100} \times 100\% = 90.935\%$$

$$w(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{m(\text{см.})} \cdot 100\% = \frac{9.065}{100} \times 100\% = 9.065\%$$

По 0.25 балла за нахождение количеств начальных реагентов.

0.5 балла за определение количества ZnS.

По 0.5 балла за определение массовых долей Zn и ZnS.

Всего — 2 балла.

1.2 (3 балла)

Определяем нужное химическое количество бромоводорода:



$$n(\text{HBr}) = 2 \cdot n(\text{ZnS}) + 2 \cdot n(\text{Zn}) = 2 \times 0.9375 + 2 \times 0.1395 = 2.154 \text{ моль}$$

По 1 баллу за каждую реакцию.

1 балл за верный расчет нужного количества бромоводорода.

Всего — 3 балла.

1.3 (3 балла)

Рассчитываем химические количества образованных газов:

$$n(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{ZnS}) = 0.9375 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2) = n(\text{Zn}) = 0.1395 \text{ моль}$$

Определяем мольные доли газов и молярную массу смеси:

$$n(\text{см.}) = n(\text{H}_2\text{S}) + n(\text{H}_2) = 0.9375 + 0.1395 = 1.077 \text{ моль}$$

$$x(\text{H}_2\text{S}) = \frac{n(\text{H}_2\text{S})}{n(\text{см.})} \times 100\% = \frac{0.9375}{1.077} \times 100\% = 87.05\%$$

$$x(\text{H}_2) = \frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{см.})} \times 100\% = \frac{0.1395}{1.077} \times 100\% = 12.95\%$$

$$M(\text{см.}) = M(\text{H}_2\text{S}) \cdot x(\text{H}_2\text{S}) + M(\text{H}_2) \cdot x(\text{H}_2) = 34 \times 0.8705 + 2 \cdot 0.1295 = 29.856 \text{ г моль}^{-1}$$

Находим относительную плотность смеси по гелию:

$$D(\text{см.}) = \frac{M(\text{см.})}{M(\text{He})} = \frac{29.856}{4} = 7.464$$

По 0.5 балла за расчет $n(\text{H}_2\text{S})$ и $n(\text{H}_2)$.

По 0.5 балла за расчет мольных долей газов.

По 0.5 балла за расчет молярной массы смеси и ее относительной плотности по гелию. Если молярная масса смеси не выписана явно, но верно использована в расчете относительной плотности, полный 1 балл.

Всего — 3 балла.

Задача №2. Азотная кислота

| 2.1 | 2.2 | Всего | Вес(%) |
|-----|-----|-------|--------|
| 3 | 4 | 7 | 7 |

Автор: Мадиева М.

2.1 (3 балла)

Одинаковое число молекул означает равенство количеств вещества. Таким образом, чтобы найти массу серной кислоты, необходимо рассчитать количество вещества азотной кислоты и умножить на молярную массу серной:

$$\begin{aligned}v(\text{HNO}_3) &= \frac{m}{M} = \frac{5}{63.02} = 0.079 \text{ моль} \\v(\text{H}_2\text{SO}_4) &= v(\text{HNO}_3) = 0.079 \text{ моль} \\m(\text{H}_2\text{SO}_4) &= v \cdot M = 0.079 \times 98.076 = 7.748 \text{ г}\end{aligned}$$

3 балла за правильное решение.

2.2 (4 балла)

Запишем реакцию:



Для полной нейтрализации кислоты требуется равное количество щелочи. Найдем массу, а затем и объем раствора:

$$\begin{aligned}v(\text{NaOH}) &= v(\text{HNO}_3) = 0.079 \text{ моль} \\V(\text{NaOH}) &= \frac{m(\text{раствора})}{\rho} = \frac{m(\text{NaOH})}{\omega \cdot \rho} = \frac{0.079 \times 40}{0.2 \times 1.219} = 12.96 \text{ мл.}\end{aligned}$$

4 балла за правильное решение. До **2 баллов** за частичный ответ.

Задача №3. Юный физхимик

| 3.1 | 3.2 | 3.3 | Всего | Вес(%) |
|-----|-----|-----|-------|--------|
| 2 | 3 | 5 | 10 | 10 |

Автор: Касьянов А.

3.1 (2 балла)

При нагревании воды ее температура повышается в соответствии с уравнением $Q = mc_s\Delta T$. В данном случае, $T_2 = 100^\circ\text{C}$, $T_1 = 25^\circ\text{C}$, $m = 1.7 \text{ кг}$, $c_s = 4186 \text{ Дж кг}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

Таким образом, количество теплоты, необходимое для нагревания воды, можно рассчитать следующим образом:

$$Q = mc_s\Delta T = 1.7 \times 4186 \times (100 - 25) = 533\,715 \text{ Дж}$$

2 балла за расчет количества теплоты. Принимается округленный ответ, содержащий как минимум две значимые цифры.

3.2 (3 балла)

Поскольку общий процесс состоит из двух последовательных — остывание воды и превращение ее части в лед, — необходимо сложить количества теплоты в обоих процессах.

Количество теплоты, которое необходимо отвести от воды для ее остывания, численно равно количеству теплоты, которое необходимо сообщить воде, чтобы провести обратный процесс, то есть плавление льда и нагревание воды. С этим допущением, рассчитаем теплоту обратного процесса. Из условия известно, что образовалось 350 г льда. На его плавление потребуется количество теплоты, равное $Q = mL_f$, где m — масса льда. Как только весь лед растаял, начинается нагревание воды с 0 до 25°C. Для этого процесса количество теплоты рассчитывается по формуле $Q = mc_s\Delta T$. Общее количество теплоты можно рассчитать следующим образом:

$$Q = m_{\text{льда}}L_f + mc_s\Delta T = 0.35 \times 336 \times 10^3 + 1 \times 4186 \times (25 - 0) = 222\,250 \text{ Дж}$$

3 балла за расчет общего количества теплоты вне зависимости от способа расчета. Принимается округленный ответ, содержащий как минимум две значимые цифры.

3.3 (5 баллов)

Поскольку в бутылке присутствовал лед, вся теплота, поступающая в нее снаружи, шла на плавление льда. Масса растаявшего льда и требуемая на это теплота связаны уравнением $Q = m_{\text{льда}}L_f$, которое равно количеству переданного бутылке тепла. Заменим Q из второго уравнения на полученное выражение:

$$\frac{Q}{t} = \frac{kA(T_{\Gamma} - T_{\text{X}})}{d}$$
$$\frac{m_{\text{льда}}L_f}{t} = \frac{kA(T_{\Gamma} - T_{\text{X}})}{d}$$

Выразим из полученного уравнения массу льда, $m_{\text{льда}}$:

$$m_{\text{льда}} = \frac{tkA(T_{\Gamma} - T_{\text{X}})}{dL_f} = \frac{120 \times 0.084 \times 0.15 \times (15 - 0)}{0.25 \times 10^{-3} \times 336 \times 10^3} = 0.27 \text{ кг} = 270 \text{ г}$$

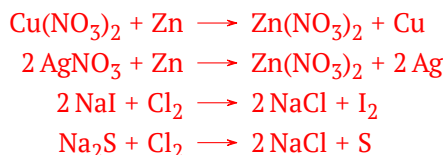
4 балла за расчет массы льда любым способом, приводящим к правильному значению.

Задача №4. Реакция Замещения

| 4.1 | 4.2 | Всего | Вес(%) |
|-----|-----|-------|--------|
| 3 | 7 | 10 | 10 |

Автор: Бекхожин Ж.

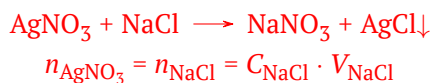
4.1 (3 балла)



0.5 балла за правильные продукты в каждой реакции, **0.25 балла** за каждое правильное уравнение.

4.2 (7 баллов)

2 балла за правильные уравнения для числа молей нитрата серебра:



2 балла за правильные уравнения для числа молей нитрата меди:

$$\begin{aligned}\omega_{\text{AgNO}_3} = \omega_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} &= \frac{M_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} \cdot n_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2}}{m_{\text{раствора}}} = \frac{M_{\text{AgNO}_3} \cdot n_{\text{AgNO}_3}}{m_{\text{раствора}}} \\ n_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} &= \frac{M_{\text{AgNO}_3} \cdot n_{\text{AgNO}_3}}{M_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2}}\end{aligned}$$

3 балла за правильную массу цинка:

$$\begin{aligned}n_{\text{AgNO}_3} &= n_{\text{NaCl}} = C_{\text{NaCl}} \cdot V_{\text{NaCl}} \\ n_{\text{Zn}} &= \frac{n_{\text{AgNO}_3}}{2} + n_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} \\ m_{\text{Zn}} &= M_{\text{Zn}} \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{M_{\text{AgNO}_3}}{M_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2}} \right) \cdot C_{\text{NaCl}} \cdot V_{\text{NaCl}} = 4.596 \text{ г}\end{aligned}$$

Если дана масса цинка в ответе и в другой последовательности описаны уравнения или сделаны вычисления, ответ принимается.