

Олимпиада по химии для поступающих в РостГМУ в 2018 году  
Задача № 1 (20 баллов)

**Вариант 1**

Смесь алюминиевых и железных опилок обработали избытком разбавленной соляной кислоты при температуре 25 °С и давлении 760 мм.рт.ст., при этом выделилось 9,78 л газа. Если такую же массу смеси при тех же условиях обработать избытком раствора гидроксида натрия, то выделится 7,34 л того же газа. Рассчитайте относительную плотность выделившегося газа по гелию и массовые доли металлов в исходной смеси (в %). Запишите уравнения всех протекающих реакций.

Элементы ответа	Решение
1. уравнение реакции взаимодействия железа с раствором соляной кислоты	$Fe + 2HCl = FeCl_2 + H_2\uparrow$
2. уравнение реакции взаимодействия алюминия с раствором соляной кислоты	$2Al + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2\uparrow$
3. уравнение реакции взаимодействия алюминия с раствором гидроксида натрия	$2Al + 2NaOH + 6H_2O = 2Na[Al(OH)_4] + 3H_2\uparrow$
4. Расчет молярной массы газа	$M(H_2) = 2 \text{ г/моль}$
5. Расчет относительной плотности газа	$D_{He}(H_2) = M(H_2)/M(He) = 2/4 = 0,5$
6. абсолютная температура	$T = 25 + 273 = 298K$
7. объемы газа в нормальных условиях	$V_1(\text{газа})_{н.у.} = (P \cdot V \cdot T_n) / (P_n \cdot T) = (1 \text{ атм} \cdot 9,78 \text{ л} \cdot 273K) / (1 \text{ атм} \cdot 298K) = 8,96 \text{ л}$ $V_2(\text{газа})_{н.у.} = (P \cdot V \cdot T_n) / (P_n \cdot T) = (1 \text{ атм} \cdot 7,34 \text{ л} \cdot 273K) / (1 \text{ атм} \cdot 298K) = 6,72 \text{ л}$
8. количество алюминия в смеси	$n(Al) = 2/3 \cdot n(H_2) = 2/3 \cdot V/V_m = 2/3 \cdot (6,72 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль}) = 0,2 \text{ моль}$
9. масса алюминия в смеси	$m(Al) = n \cdot M = 0,2 \text{ моль} \cdot 27 \text{ г/моль} = 5,4 \text{ г}$
10. объём водорода, выделившийся по реакции с железом	$V(H_2) = 8,96 \text{ л} - 6,72 \text{ л} = 2,24 \text{ л}$
11. количество железа в смеси	$n(Fe) = n(H_2) = V/V_m = 2,24 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,1 \text{ моль}$
12. масса железа в смеси	$m(Fe) = n \cdot M = 0,1 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} = 5,6 \text{ г}$
13. масса смеси	$m(\text{смеси}) = m(Fe) + m(Al) =$

Олимпиада по химии для поступающих в РостГМУ в 2018 году  
Задача № 1 (20 баллов)

---

	$= 5,6 \text{ г} + 5,4 \text{ г} = 11 \text{ г}$
14. массовая доля железа в смеси	$\omega\%(Fe) = (m(Fe) / m(\text{смеси})) * 100\% =$ $= 5,6 \text{ г} / 11 \text{ г} * 100\% = 50,91\%$
15. массовая доля алюминия в смеси	$\omega\%(Al) = 100\% - 50,91\% = 49,09\%$ или $\omega\%(Al) = (5,4 \text{ г} / 11 \text{ г}) * 100\% = 49,09\%$

**Ответ:**  $D_{He} = 0,5$ ;  $\omega\%(Al) = 49,09\%$  и  $\omega\%(Fe) = 50,91\%$

Олимпиада по химии для поступающих в РостГМУ в 2018 году  
Задача № 1 (20 баллов)

**Вариант 2**

Смесь магниевых и алюминиевых опилок обработали избытком разбавленной соляной кислоты при 20 °С и 760 мм.рт.ст., при этом выделилось 12,02 л газа. Если такую же массу смеси при тех же условиях обработать избытком раствора гидроксида калия, то выделится 7,21 л того же газа. Рассчитайте относительную плотность выделившегося газа по гелию и массовые доли металлов в исходной смеси(в %). Запишите уравнения всех протекающих реакций.

Элементы ответа	Решение
1. уравнение реакции взаимодействия магния с раствором соляной кислоты	$Mg + 2HCl = MgCl_2 + H_2\uparrow$
2. уравнение реакции взаимодействия алюминия с раствором соляной кислоты	$2Al + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2\uparrow$
3. уравнение реакции взаимодействия алюминия с раствором гидроксида натрия	$2Al + 2KOH + 6H_2O = 2K[Al(OH)_4] + 3H_2\uparrow$
4. Расчет молярной массы газа	$M(H_2) = 2 \text{ г/моль}$
5. Расчет относительной плотности газа	$D_{He}(H_2) = M(H_2)/M(He) = 2/4 = 0,5$
6. абсолютная температура	$T = 20 + 273 = 293K$
7. объемы газа в нормальных условиях	$V_1(\text{газа})_{н.у.} = (P^* V^* T_n)/(P_n * T) =$ $= (1 \text{ атм} * 12,02 \text{ л} * 273K) / (1 \text{ атм} * 293K) = 11,2 \text{ л}$ $V_2(\text{газа})_{н.у.} = (P^* V^* T_n)/(P_n * T) =$ $= (1 \text{ атм} * 7,21 \text{ л} * 273K) / (1 \text{ атм} * 293K) = 6,72 \text{ л}$
8. количество алюминия в смеси	$n(Al) = 2/3 * n(H_2) = 2/3 * V/V_m =$ $= 2/3 * (6,72 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль}) = 0,2 \text{ моль}$
9. масса алюминия в смеси	$m(Al) = n * M =$ $= 0,2 \text{ моль} * 27 \text{ г/моль} = 5,4 \text{ г}$
10. объём водорода, выделившийся по реакции с магнием	$V(H_2) = 11,20 \text{ л} - 6,72 \text{ л} = 4,48 \text{ л}$
11. количество магния в смеси	$n(Mg) = n(H_2) = V/V_m =$ $= 4,48 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,20 \text{ моль}$
12. масса магния в смеси	$m(Mg) = n * M =$

Олимпиада по химии для поступающих в РостГМУ в 2018 году  
Задача № 1 (20 баллов)

---

	$=0,20 \text{ моль} \cdot 24 \text{ г/моль} = 4,8 \text{ г}$
13. масса смеси	$m(\text{смеси})=m(\text{Mg})+m(\text{Al})=$ $= 4,8 \text{ г} + 5,4 \text{ г} = 10,2 \text{ г}$
14. массовая доля магния в смеси	$\omega\%(\text{Mg})=(m(\text{Mg})/m(\text{смеси})) \cdot 100\%=$ $= (4,8\text{г}/10,2\text{г}) \cdot 100\% = 47,06\%$
15. массовая доля алюминия в смеси	$\omega\%(\text{Al})=100\% - 47,06\% = 52,94\%$ или $\omega\%(\text{Al})=(5,4\text{г}/10,2\text{г}) \cdot 100\% = 52,94\%$

**Ответ:**  $D_{\text{He}} = 0,5$ ;  $\omega(\text{Mg})=47,06\%$   $\omega(\text{Al})=52,94\%$

Олимпиада по химии для поступающих в РостГМУ в 2018 году  
Задача № 1 (20 баллов)

### Вариант 3

Смесь магниевых и цинковых опилок обработали избытком разбавленной серной кислоты при 20 °С и 760 мм.рт.ст., при этом выделилось 24,04 л газа. Если такую же массу смеси обработать в таких же условиях избытком раствора гидроксида натрия, то выделится 14,42 л того же газа. Рассчитайте относительную плотность выделившегося газа по гелию и массовые доли металлов в исходной смеси (в %). Запишите уравнения всех протекающих реакций.

Элементы ответа	Решение
1. уравнение реакции взаимодействия магния с раствором серной кислоты	$Mg + H_2SO_4 = MgSO_4 + H_2\uparrow$
2. уравнение реакции взаимодействия цинка с раствором серной кислоты	$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2\uparrow$
3. уравнение реакции взаимодействия цинка с раствором гидроксида натрия	$Zn + 2NaOH + 2H_2O = Na_2[Zn(OH)_4] + H_2\uparrow$
4. Расчет молярной массы газа	$M(H_2) = 2 \text{ г/моль}$
5. Расчет относительной плотности газа	$D_{He}(H_2) = M(H_2)/M(He) = 2/4 = 0,5$
6. абсолютная температура	$T = 20 + 273 = 293K$
7. объемы газа в нормальных условиях	$V_1(\text{газа})_{н.у.} = (P^* V^* T_n) / (P_n * T) =$ $= (1 \text{ атм} * 24,04 \text{ л} * 273K) /$ $/ (1 \text{ атм} * 293K) = 22,4 \text{ л}$ $V_2(\text{газа})_{н.у.} = (P^* V^* T_n) / (P_n * T) =$ $= (1 \text{ атм} * 14,42 \text{ л} * 273K) /$ $/ (1 \text{ атм} * 293K) = 13,44 \text{ л}$
8. количество цинка в смеси	$n(Zn) = n(H_2) = V/V_m =$ $= 13,44 \text{ моль} / 22,4 \text{ л/моль} =$ $= 0,6 \text{ моль}$
9. масса цинка в смеси	$m(Zn) = n * M = 0,6 \text{ г} * 65 \text{ г/моль} =$ $= 39 \text{ г}$
10. объём водорода, выделившийся по реакции с магнием	$V(H_2) = 22,4 \text{ л} - 13,44 \text{ л} = 8,96 \text{ л}$
11. количество магния в смеси	$n(Mg) = n(H_2) = V/V_m =$ $= 8,96 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,4 \text{ моль}$
12. масса магния в смеси	$m(Mg) = n * M =$

Олимпиада по химии для поступающих в РостГМУ в 2018 году  
Задача № 1 (20 баллов)

---

	$=0,4 \text{ моль} \cdot 24 \text{ г/моль} = 9,6 \text{ г}$
13. масса смеси	$m(\text{смеси})=m(\text{Mg})+m(\text{Zn})=$ $=9,6 \text{ г} + 39 \text{ г} = 48,6 \text{ г}$
14. массовая доля магния в смеси	$\omega\%(\text{Mg})=(m(\text{Mg})/m(\text{смеси})) \cdot 100 \%$ $=(9,6 \text{ г}/48,6 \text{ г}) \cdot 100\% = 19,75\%$
15. массовая доля цинка в смеси	$\omega\%(\text{Zn})=100\% - 19,75\% = 80,25\%$ ИЛИ $\omega\%(\text{Zn})=(39 \text{ г}/48,6 \text{ г}) \cdot 100 \%$ $= 80,25\%$

**Ответ:**  $D_{\text{He}} = 0,5$ ;  $\omega(\text{Mg})=19,75\%$  и  $\omega\%(\text{Zn})=80,25\%$

Олимпиада по химии для поступающих в РостГМУ в 2018 году  
Задача № 1 (20 баллов)

**Вариант 4**

Смесь железных и цинковых опилок обработали избытком разбавленной серной кислоты при 15 °С и 760 мм.рт.ст., при этом выделилось 24,1 л газа. Если такую же массу смеси обработать при тех же условиях избытком раствора гидроксида натрия, то выделится 14,41 л того же газа. Рассчитайте относительную плотность выделившегося газа по гелию и массовые доли металлов в исходной смеси (в %). Запишите уравнения всех протекающих реакций.

**Ответ:  $D_{He} = 0,5$ ;  $\omega(Fe) = 36,67\%$   $\omega(Zn) = 63,33\%$**

Элементы ответа	Решение
1. уравнение реакции взаимодействия железа с раствором серной кислоты	$Fe + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2\uparrow$
2. уравнение реакции взаимодействия цинка с раствором серной кислоты	$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2\uparrow$
3. уравнение реакции взаимодействия цинка с раствором гидроксида натрия	$Zn + 2NaOH + 2H_2O = Na_2[Zn(OH)_4] + H_2\uparrow$
4. Расчет молярной массы газа	$M(H_2) = 2 \text{ г/моль}$
5. Расчет относительной плотности газа	$D_{He}(H_2) = M(H_2)/M(He) = 2/4 = 0,5$
6. абсолютная температура	$T = 15 + 273 = 288K$
7. объемы газа в нормальных условиях	$V_1(\text{газа})_{н.у.} = (P^* V^* T_n)/(P_n^* T) =$ $= (1 \text{ атм} * 24,1 \text{ л} * 273K)/(1 \text{ атм} * 288K) = 22,84 \text{ л}$  $V_2(\text{газа})_{н.у.} = (P^* V^* T_n)/(P_n^* T) =$ $= (1 \text{ атм} * 14,41 \text{ л} * 273K)/(1 \text{ атм} * 288K) = 13,66 \text{ л}$
8. количество цинка в смеси	$n(Zn) = n(H_2) = V/V_m =$ $= 13,66 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,61 \text{ моль}$
9. масса цинка в смеси	$m(Zn) = n * M =$ $= 0,61 \text{ моль} * 65 \text{ г/моль} = 39,65 \text{ г}$
10. объём водорода, выделившийся по реакции с железом	$V(H_2) = 22,84 \text{ л} - 13,66 \text{ л} = 9,18 \text{ л}$
11. количество железа в смеси	$n(Fe) = n(H_2) = V/V_m =$ $= 9,18 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,41 \text{ моль}$
12. масса железа в смеси	$m(Fe) = n * M =$ $= 0,41 \text{ моль} * 56 \text{ г/моль} = 22,96 \text{ г}$
13. масса смеси	$m(\text{смеси}) = m(Fe) + m(Zn) =$

Олимпиада по химии для поступающих в РостГМУ в 2018 году  
Задача № 1 (20 баллов)

---

	$= 22,96 \text{ г} + 39,65 \text{ г} = 62,61 \text{ г}$
14. массовая доля железа в смеси	$\omega(\text{Fe}) = (m(\text{Fe}) / m(\text{смеси})) * 100\% =$ $= (22,96 \text{ г} / 62,61 \text{ г}) * 100\% = 36,67\%$
15. массовая доля цинка в смеси	$\omega(\text{Zn}) = 100\% - 36,67\% = 63,33\%$ или $\omega(\text{Zn}) = (39,65 \text{ г} / 62,61 \text{ г}) * 100\% =$ $= 63,33\%$