

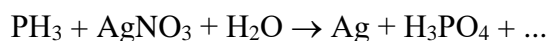
Отборочный (заочный) онлайн-этап Олимпиады школьников «Шаг в будущее»
по общеобразовательному предмету Химия

10, 11 классы

Вариант 1

1. Смесь кислорода с озоном называют озонированным кислородом. После разложения всего озона, объем смеси увеличился на 5%. Вычислите содержание озона (в % по объему) в исходной смеси.

2. Напишите формулы всех веществ, образующихся в химической реакции. Подберите коэффициенты в схеме химической реакции. В ответе укажите сумму коэффициентов в правой части химического уравнения.



3. Имеется 15 л смеси алкена с избытком водорода (н.у.). После пропускания этой смеси над нагретым платиновым катализатором, её объем уменьшился до 9,4 л. При пропускании той же смеси через избыток бромной воды масса склянки увеличилась на 14 г. Определите состав алкена. В ответе укажите молекулярную формулу алкена.

4. Образец оксида меди (II) массой 10,0 г растворили в 150 мл раствора ($\rho = 1,1$ г/мл) с массовой долей серной кислоты 15%. Рассчитайте массовую долю (%) сульфата меди (II) в полученном растворе.

5. Смесь металлов, состоящую из 39 г цинка и 11,2 г железа нагрели с избытком серы. Полученные продукты реакции растворили в избытке раствора соляной кислоты. Выделившийся газ полностью поглотили раствором ($\rho = 1,12$ г/см³), с массовой долей сульфата меди (II) 12%. Какой объем (мл) раствора сульфата меди был затрачен на поглощение этого газа?

6. Имеется смесь пропена и водорода, имеющая относительную плотность по водороду 7. Эту смесь пропустили над нагретым платиновым катализатором. После этого относительная плотность смеси по водороду оказалась равной 8,75. Определите количество (моль) образовавшегося пропана.

7. Смесь этана и пропана объемом 6,272 л (н.у.) сожгли в избытке кислорода. Продукты сгорания пропустили через избыток известковой воды. При этом образовалось 72 г осадка. Определите объем (л) пропана в исходной смеси (н.у.).

Критерии оценивания заданий:

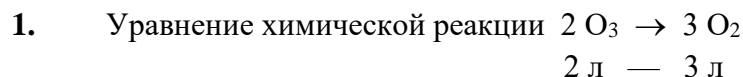
" " " "9" " " "322" 0
" " " " " <

"	32"	33"
1	10	10
2	10	10
3	10	10
4	15	15
5	15	15
6	20	20
7	20	20

" " " " " " " " " " " " " "2." "
" " " " 0

Отборочный (заочный) онлайн-этап Олимпиады школьников «Шаг в будущее»
по общеобразовательному предмету Химия

Решение варианта 1



Предположим, что у нас есть 100 л озонированного кислорода.

По условию задания, увеличение объема после разложения всего озона в смеси
100 л – 100 % объема

$$X \text{ л} - 105 \% \text{ объема} \Rightarrow X = \frac{100 \text{ л} \cdot 105\%}{100\%} = 105 \text{ л. Увеличение объема } \Delta V = 5 \text{ л.}$$

Увеличение объема смеси происходит при разложении озона, тогда исходя из
уравнения реакции $2 \text{ л O}_3 - 3 \text{ л O}_2$ или $\Delta V = 1 \text{ л}$

по условию $Y \text{ л O}_3 - \Delta V = 5 \text{ л}$

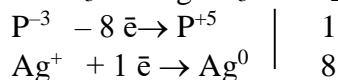
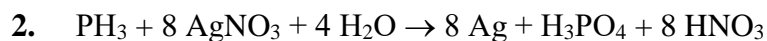
$$Y = \frac{2 \text{ л} \cdot 5 \text{ л}}{1} = 10 \text{ л.}$$

увеличение объема при распаде озона равно половине исходного объема озона.

Объёмная доля содержания озона φ

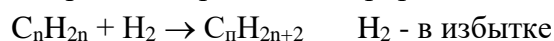
$$\varphi = \frac{V_{\text{O}_3} \cdot 100\%}{V_{\text{смеси}}} = \frac{10 \cdot 100\%}{100} = 10\%$$

Ответ. 10



Ответ: 17

3. Уравнение реакции гидрирования алкена

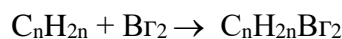


Пусть прореагировало $X \text{ л C}_n\text{H}_{2n}$ и $X \text{ л H}_2$ и образовалось $X \text{ л C}_n\text{H}_{2n+2}$

$$\text{Состав смеси после реакции гидрирования } (15 - 2X) + X = 9,4 \Rightarrow X = 5,6 \text{ л,}$$

т.е. смесь содержала 5,6 л алкена $\text{C}_n\text{H}_{2n} \Rightarrow \nu(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = V/V_M = 5,6/22,4 = 0,25 \text{ моль.}$

Уравнение реакции бромирования алкена



$$\Delta m_{\text{склянки}} = 14 \text{ г} = m(\text{C}_n\text{H}_{2n})$$

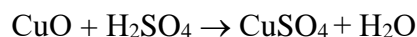
$$\text{Молярная масса алкена } M(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = m/\nu(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = 56 \text{ г/моль}$$

$$M_r(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = n \cdot A_r(\text{C}) + 2n \cdot A_r(\text{H}) = n \cdot 12 + 2n \cdot 1 = 14n = 56 \Rightarrow n = 4$$

Ответ. C_4H_8

Отборочный (заочный) онлайн-этап Олимпиады школьников «Шаг в будущее»
по общеобразовательному предмету Химия

4. Уравнение химической реакции и определение вещества в избытке



1 моль – 1 моль

Проверка на «избыток-недостаток»

$$v(\text{CuO}) = m(\text{CuO})/M(\text{CuO}) = 10/80 = 0,125 \text{ моль}$$

$$M(\text{CuO}) = 80 \text{ г/моль}$$

$$m_{\text{р-р}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \rho \cdot V_{\text{р-р}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,1 \cdot 150 = 165 \text{ г}$$

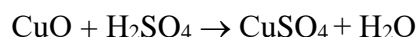
$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m_{\text{р-р}}(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot w}{100\%} = \frac{165 \cdot 15}{100} = 24,75 \text{ г}$$

$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = m(\text{H}_2\text{SO}_4)/M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 24,75/98 \approx 0,253 \text{ моль}$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г/моль}$$

$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,253 \text{ моль} > v(\text{CuO}) = 0,125 \text{ моль} \Rightarrow$ серная кислота в избытке, поэтому расчет делается по оксиду меди.

Расчет массы продукта реакции



1 моль ——— 1 моль

$$v(\text{CuO}) = v(\text{CuSO}_4) = 0,125 \text{ моль}$$

$$m(\text{CuSO}_4) = v(\text{CuSO}_4) \cdot M(\text{CuSO}_4) = 0,125 \cdot 160 = 20 \text{ г}$$

$$M(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ г/моль}$$

Расчет массовой доли продукта реакции

$$m_{\text{конечный р-р}} = m_{\text{р-р}}(\text{H}_2\text{SO}_4) + m(\text{CuO}) = 165 + 10 = 175 \text{ г}$$

$$w(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{m_{\text{конечный р-р}}} \cdot 100\% = \frac{20}{175} \cdot 100 \approx 11,43 \%$$

Ответ. 11,43

5.

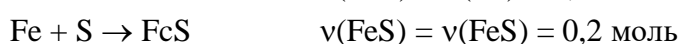
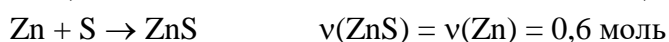
Уравнение реакции металлов с серой и расчет количества образовавшихся веществ $v = \frac{m}{M}$

$$v(\text{Zn}) = 39/65 = 0,6 \text{ моль}$$

$$M(\text{Zn}) = 65 \text{ г/моль}$$

$$v(\text{Fe}) = 11,2/56 = 0,2 \text{ моль}$$

$$M(\text{Fe}) = 56 \text{ г/моль}$$



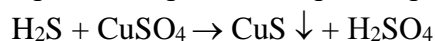
Уравнение реакции сульфидов с соляной кислотой и расчет количества образовавшихся веществ



Общее количество сероводорода по двум реакциям

$$v(\text{H}_2\text{S}) = v_1(\text{H}_2\text{S}) + v_2(\text{H}_2\text{S}) = 0,6 + 0,2 = 0,8 \text{ моль}$$

Уравнение реакции сероводорода с сульфатом меди и расчет массы образовавшегося осадка



$$v(\text{H}_2\text{S}) = v(\text{CuSO}_4) = 0,8 \text{ моль}$$

$$m(\text{CuSO}_4) = 160 \cdot 0,8 = 128 \text{ г}$$

$$M(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ г/моль}$$

Расчет массы и объема раствора сульфата меди

$$m_{\text{р-р}}(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{w(\text{CuSO}_4)} \cdot 100\% = \frac{128}{12} \cdot 100 \approx 1066,67 \text{ г}$$

$$V_{\text{р-р}}(\text{CuSO}_4) = \frac{m_{\text{р-р}}(\text{CuSO}_4)}{\rho} = \frac{1066,67}{1,12} = 952,38 \text{ мл}$$

Ответ. 952,38

Отборочный (заочный) онлайн-этап Олимпиады школьников «Шаг в будущее»
по общеобразовательному предмету Химия

6. Сначала следует определить состав исходной смеси.

$$v(\text{смеси}) = v(\text{C}_3\text{H}_6) + v(\text{H}_2)$$

$$M(\text{C}_3\text{H}_6) = 42 \text{ г/моль}$$

Пусть 1 моль смеси содержит X моль пропена C_3H_6 и $(1-X)$ моль H_2 .

$$M(\text{H}_2) = 2 \text{ г/моль}$$

$$\text{Тогда } D(\text{H}_2) = \frac{v(\text{C}_3\text{H}_6) \cdot M(\text{C}_3\text{H}_6) + v(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = 21 \cdot x + 1 \cdot (1-x) = 7$$

$$x = 0,3; \quad 1-x = 0,7;$$

Исходная смесь имела состав $v(\text{C}_3\text{H}_6) = 0,3$ моль; $v(\text{H}_2) = 0,7$ моль;

Пусть A моль C_3H_6 вступило в реакцию, тогда состав конечной смеси:

$$v'(\text{C}_3\text{H}_6) = 0,3 - A \text{ моль}; \quad v'(\text{H}_2) = 0,7 - A \text{ моль}; \quad v'(\text{C}_3\text{H}_8) = A \text{ моль};$$

$$M(\text{C}_3\text{H}_8) = 44 \text{ г/моль}$$

Вычислим общее число молей в конечной смеси газов

$$v'(\text{смеси}) = 0,3 - A + 0,7 - A + A = 1 - A$$

Тогда плотность конечной смеси будет

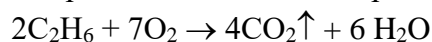
$$D'(\text{H}_2) = \frac{v(\text{C}_3\text{H}_6) \cdot M(\text{C}_3\text{H}_6) + v(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) + v(\text{C}_3\text{H}_8) \cdot M(\text{C}_3\text{H}_8)}{v(\text{смеси}) \cdot M(\text{H}_2)} = \frac{(0,3 - A) \cdot 42 + (0,7 - A) \cdot 2 + A \cdot 44}{(1 - A) \cdot 2} = \frac{6,3 - 21A + 0,7 - A + 22A}{(1 - A)} =$$

$$8,75$$

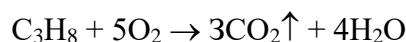
$$8,75 = \frac{7}{(1-A)} \Rightarrow 1-A = 0,8; \quad A = 0,2 \Rightarrow v'(\text{C}_3\text{H}_8) = 0,2 \text{ моль}$$

Ответ. 0,2

7. Уравнения химических реакций горения этана и пропана:



$$2 \text{ моль} \quad \text{—} \quad 4 \text{ моль}$$



$$1 \text{ моль} \quad \text{—} \quad 3 \text{ моль}$$

Пусть X моль CO_2 выделилось при горении этана C_2H_6 ,

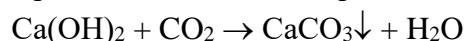
Y моль CO_2 — при горении пропана C_3H_8 .

$$\text{Тогда } v(\text{C}_2\text{H}_6) = X:2 = 0,5 \cdot X, \quad v(\text{C}_3\text{H}_8) = Y:3 = Y/3.$$

Общий объем исходной смеси выражается уравнением

$$0,5 \cdot X \cdot 22,4 + Y/3 \cdot 22,4 = 6,272$$

Уравнение химической реакции взаимодействия оксида углерода (IV) с известковой водой



$$1 \text{ моль} - 1 \text{ моль} \Rightarrow v(\text{CO}_2) = v(\text{CaCO}_3)$$

$$v(\text{CaCO}_3) = 72/100 = 0,72 \text{ моль};$$

$$M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ г/моль}$$

$$\text{Тогда имеем } X + Y = 0,72$$

Составляем систему уравнений:

$$\begin{cases} 0,5X \cdot 22,4 + Y/3 \cdot 22,4 = 6,272 \\ X + Y = 0,72 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 0,5 \cdot (0,72 - Y) \cdot 22,4 + Y/3 \cdot 22,4 = 6,272 \\ X = 0,72 - Y \end{cases}$$

$$8,064 - 11,2 Y + (\approx 7,47 Y) = 6,272$$

$$3,73 Y = 1,792$$

$$Y \approx 0,48 \text{ моль}; \quad X = 0,24 \text{ моль} - \text{количество образовавшегося } \text{CO}_2$$

$$\text{Тогда } v(\text{C}_3\text{H}_8) = Y/3 = 0,16 \text{ моль} \Rightarrow V(\text{C}_3\text{H}_8) = 0,16 \cdot 22,4 = 3,584 \text{ л}$$

Ответ. 3,584

HI[hjhqguc aZhqguwI ZighZbZ^u rdhevghdh\ ©RZ] \ [m^m
ih h[s_h[jZah\ZI_evghfm ij_^f_lm Obfby

deZkku

<ZjbZgI

1. Kf_kv dbkehjh^Z k hahghf gZau\Zxl hahgbjh\Zgguf dbkehjh^hf I
h[t_f kf_kb m_ebqbeky gZ <uqbkebl_ kh^_j`Zgb_ hahgZ \ ih

2. GZibrbl_ nhjfmeu \k_o _s_kl\ h[jZamxsboky \ obfbq_kdhc
dhwnnbp_b_glu \ ko_f_ obfbq_kdhc j_Zdpbb < hI_l_ mdZ`bl_ kn
qZklb obfbq_kdh]h mjZ\g_gby
KI+ D<]3+ GKol2+ D<] « «

3. Bf__lky e Zk_dkbgZ k ba[uldhf \h^hjh^Z g m lhke_ ijhimk
gZ]j_luf ieZlbggh\uf dZIZebaZlhjh^f _z h[t_f kf_kb mf_gvrbeky ^h
`_ kf_kb q_j_a ba[ulhd [jhfghc \h^u fZkkZ kdeygdb m_ebqbeZkv
Zed_gZ hI_l_ mdZ`bl_ fhe_dmeyjgmX nhjfmem Zed_gZ

4. H[jZa_p hdkb^Z pbgdZ fZkkhc] jZkl\h]beeb \] fe f&h]Zyq\h]Zdbk
k fZkkh\hc ^he_c oehjh\hZkh]q bZZcl_ fZkkh\mx ^hex oehjb^Z pb
jZkl\hj_

5. Kf_kv f_lZeeh\ khklhysmx ba] pbgdZ b] `e_aZ gZ]j_eb
ijh^mdlu j_Zdpbb jZkl\hjbeeb \ ba[uld_ jZkl\hjZ kheyghc dbkehlu
ih]ehIbeeb jZkl\h]hf]^3kf k fZkkh\hc ^he_c krl)evnZlZd_h^b h[t_f fe
jZkl\hjZ kmevnZIZ f_^b [ue aZljZq_g gZ ih]ehs_gb_ wI]h]h]ZaZ"

6. Bf__lky kf_kv ijhi_gZ k \h^hjh^m^g hklb f_xvZm]g hklv ih \h^hjh^m
kf_kv ijhimklbeeb gZ^ gZ]j_luf ieZlbggh\uf dZIZehlgZkh]h]evgh]ZgkrekIwll
kf_kb ih \h^hjh^m hdZaZeZkv jZ\ghc Hij_^_ebi_ dhebq_kl\h

7. Kf_kv wIzgZ b ijhiZgZb [t_gfmf kh`]eb \ ba[uld_ dbkehjh^Z Ijh
ijhimklbeeb q_j_a ba[ulhd ba_kldh\h]Za h^uZeh]kvwIhf] hkZ^dZ H
h[t_f e wIzgZ \ bkoh^ghc kf_kb g m
Djbl_jbb hpgb\Zgy aZ^bzg

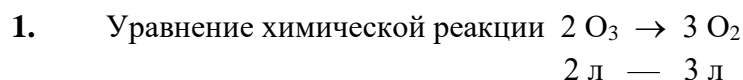
FZdkbf Ze gZy kmf Z [Ze eh\ aZ Zbc V bZgl Z kkl Zeyl_ Ze eh\
JZki j_^e gb_[Ze eh\h i a Zby fke ^ms __

Gh f j aZgby	e Zk	e Zk
1	10	10
2	10	10
3	10	10
4	15	15
5	15	15
6	20	20
7	20	20

AZZd^h_z^Zg_b_uklZeyl_ky eIb Zdkbf Zevguc [Ze ve kZ_ ijZbe gh] hI_l_Zb[h keb
hI_l mI]k\mI le b_gjguc

Отборочный (заочный) онлайн-этап Олимпиады школьников «Шаг в будущее»
по общеобразовательному предмету Химия

Решение варианта 2



Предположим, что у нас есть 100 л озонированного кислорода.

По условию задания, увеличение объема после разложения всего озона в смеси 100 л – 100 % объема

$$X \text{ л} - 104 \% \text{ объема} \Rightarrow X = \frac{100 \text{ л} \cdot 104\%}{100\%} = 104 \text{ л. Увеличение объема } \Delta V = 4 \text{ л.}$$

Увеличение объема смеси происходит при разложении озона, тогда исходя из уравнения реакции $2 \text{ л O}_3 - 3 \text{ л O}_2$ или $\Delta V = 1 \text{ л}$

по условию $Y \text{ л O}_3 \quad \text{---} \quad \Delta V = 4 \text{ л}$

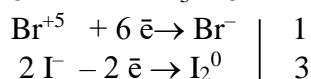
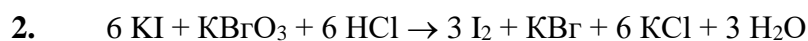
$$Y = \frac{2 \text{ л} \cdot 4 \text{ л}}{1} = 8 \text{ л.}$$

увеличение объема при распаде озона равно половине исходного объема озона.

Объёмная доля содержания озона φ

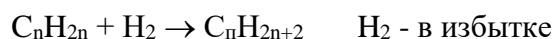
$$\varphi = \frac{V_{\text{O}_3} \cdot 100\%}{V_{\text{смеси}}} = \frac{8 \cdot 100\%}{100} = 8\%$$

Ответ. 8



Ответ: 13

3. Уравнение реакции гидрирования алкена

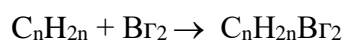


Пусть прореагировало $X \text{ л C}_n\text{H}_{2n}$ и $X \text{ л H}_2$ и образовалось $X \text{ л C}_n\text{H}_{2n+2}$

Состав смеси после реакции гидрирования $(17 - 2X) + X = 12,3 \Rightarrow X = 4,7 \text{ л}$

Т.е. смесь содержала 4,7 л алкена $\text{C}_n\text{H}_{2n} \Rightarrow \nu(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = V/V_M = 4,7/22,4 \approx 0,21 \text{ моль.}$

Уравнение реакции бромирования алкена



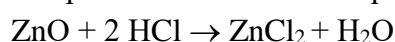
$$\Delta m_{\text{склянки}} = 5,88 \text{ г} = m(\text{C}_n\text{H}_{2n})$$

$$\text{Молярная масса алкена } M(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = m/\nu(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = 28 \text{ г/моль}$$

$$M_r(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = n \cdot A_r(\text{C}) + 2n \cdot A_r(\text{H}) = n \cdot 12 + 2n \cdot 1 = 14n = 28 \Rightarrow n = 2$$

Ответ. C₂H₄

4. Уравнение химической реакции и определение вещества в избытке



1 моль – 2 моль

Проверка на «избыток-недостаток»

$$\nu(\text{ZnO}) = m(\text{ZnO})/M(\text{ZnO}) = 12,1/81 \approx 0,15 \text{ моль}$$

$$M(\text{ZnO}) = 81 \text{ г/моль}$$

$$m_{\text{p-p}}(\text{HCl}) = \rho \cdot V_{\text{p-p}}(\text{HCl}) = 1,05 \cdot 110 = 115,5 \text{ г}$$

$$m(\text{HCl}) = \frac{m_{\text{p-p}}(\text{HCl}) \cdot w}{100\%} = \frac{115,5 \cdot 10}{100} = 11,55 \text{ г}$$

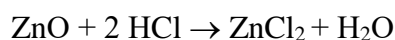
Отборочный (заочный) онлайн-этап Олимпиады школьников «Шаг в будущее»
по общеобразовательному предмету Химия

$$v(\text{HCl}) = m(\text{HCl})/M(\text{HCl}) = 11,55 / 36,5 \approx 0,32 \text{ моль}$$

$$M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ г/моль}$$

$v(\text{HCl}) = 0,32 \text{ моль} > 2 \cdot v(\text{ZnO}) = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow$ соляная кислота в избытке, поэтому расчет делается по оксиду цинка.

Расчет массы продукта реакции



$$1 \text{ моль} \quad \text{---} \quad 1 \text{ моль}$$

$$v(\text{ZnO}) = v(\text{ZnCl}_2) = 0,15 \text{ моль}$$

$$m(\text{ZnCl}_2) = v(\text{ZnCl}_2) \cdot M(\text{ZnCl}_2) = 0,15 \cdot 136 = 20,4 \text{ г}$$

$$M(\text{ZnCl}_2) = 136 \text{ г/моль}$$

Расчет массовой доли продукта реакции

$$m_{\text{конечный р-р}} = m_{\text{р-р}}(\text{HCl}) + m(\text{ZnO}) = 115,5 + 12,1 = 127,6 \text{ г}$$

$$w(\text{ZnCl}_2) = \frac{m(\text{ZnCl}_2)}{m_{\text{конечный р-р}}} \cdot 100\% = \frac{20,4}{127,6} \cdot 100 \approx 16 \%$$

Ответ. 16

5.

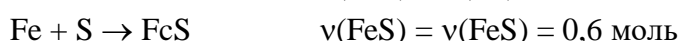
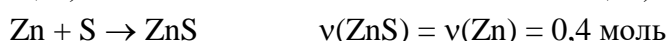
Уравнение реакции металлов с серой и расчет количества образовавшихся веществ $v = \frac{m}{M}$

$$v(\text{Zn}) = 26/65 = 0,4 \text{ моль}$$

$$M(\text{Zn}) = 65 \text{ г/моль}$$

$$v(\text{Fe}) = 33,6/56 = 0,6 \text{ моль}$$

$$M(\text{Fe}) = 56 \text{ г/моль}$$



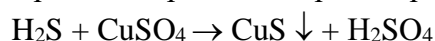
Уравнение реакции сульфидов с соляной кислотой и расчет количества образовавшихся веществ



Общее количество сероводорода по двум реакциям

$$v(\text{H}_2\text{S}) = v_1(\text{H}_2\text{S}) + v_2(\text{H}_2\text{S}) = 0,4 + 0,6 = 1 \text{ моль}$$

Уравнение реакции сероводорода с сульфатом меди и расчет массы образовавшегося осадка



$$v(\text{H}_2\text{S}) = v(\text{CuSO}_4) = 1 \text{ моль}$$

$$m(\text{CuSO}_4) = 160 \cdot 1 = 160 \text{ г}$$

$$M(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ г/моль}$$

Расчет массы и объема раствора сульфата меди

$$m_{\text{р-р}}(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{w(\text{CuSO}_4)} \cdot 100\% = \frac{160}{16} \cdot 100 = 1000 \text{ г}$$

$$V_{\text{р-р}}(\text{CuSO}_4) = \frac{m_{\text{р-р}}(\text{CuSO}_4)}{\rho} = \frac{1000}{1,16} = 862,07 \text{ мл}$$

Ответ. 862,07

6. Сначала следует определить состав исходной смеси.

$$v(\text{смеси}) = v(\text{C}_3\text{H}_6) + v(\text{H}_2)$$

$$M(\text{C}_3\text{H}_6) = 42 \text{ г/моль}$$

Пусть 1 моль смеси содержит X моль пропена C₃H₆ и (1-X) моль H₂.

$$M(\text{H}_2) = 2 \text{ г/моль}$$

$$\text{Тогда } D(\text{H}_2) = \frac{v(\text{C}_3\text{H}_6) \cdot M(\text{C}_3\text{H}_6) + v(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = 21 \cdot x + 1 \cdot (1-x) = 11$$

$$x = 0,5; \quad 1-x = 0,5;$$

Исходная смесь имела состав $v(\text{C}_3\text{H}_6) = 0,5 \text{ моль}; \quad v(\text{H}_2) = 0,5 \text{ моль};$

Пусть A моль C₃H₆ вступило в реакцию, тогда состав конечной смеси:

$$v'(\text{C}_3\text{H}_6) = 0,5 - A \text{ моль}; \quad v'(\text{H}_2) = 0,5 - A \text{ моль}; \quad v'(\text{C}_3\text{H}_8) = A \text{ моль};$$

$$M(\text{C}_3\text{H}_8) = 44 \text{ г/моль}$$

Вычислим общее число молей в конечной смеси газов

Отборочный (заочный) онлайн-этап Олимпиады школьников «Шаг в будущее»
по общеобразовательному предмету Химия

$$v'(\text{смеси}) = 0,5 - A + 0,5 - A + A = 1 - A$$

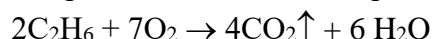
Тогда плотность конечной смеси будет

$$D'(\text{H}_2) = \frac{v'(\text{C}_3\text{H}_6) \cdot M(\text{C}_3\text{H}_6) + v'(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) + v'(\text{C}_3\text{H}_8) \cdot M(\text{C}_3\text{H}_8)}{v'(\text{смеси}) \cdot M(\text{H}_2)} = \frac{(0,5 - A) \cdot 42 + (0,5 - A) \cdot 2 + A \cdot 44}{(1 - A) \cdot 2} =$$
$$= \frac{10,5 - 21A + 0,5 - A + 22A}{(1 - A)} = 13,8$$

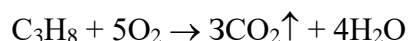
$$13,8 = \frac{11}{(1 - A)} \Rightarrow 1 - A \approx 0,8; A = 0,2 \Rightarrow v'(\text{C}_3\text{H}_8) = 0,2 \text{ моль}$$

Ответ. 0,2

7. Уравнения химических реакций горения этана и пропана:



2 моль ——— 4 моль



1 моль ——— 3 моль

Пусть X моль CO₂ выделилось при горении этана C₂H₆,

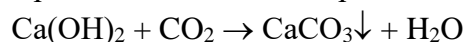
Y моль CO₂ ——— при горении пропана C₃H₈.

$$\text{Тогда } v(\text{C}_2\text{H}_6) = X:2 = 0,5 \cdot X, \quad v(\text{C}_3\text{H}_8) = Y:3 = Y/3.$$

Общий объем исходной смеси выражается уравнением

$$0,5 \cdot X \cdot 22,4 + Y/3 \cdot 22,4 = 8,96$$

Уравнение химической реакции взаимодействия оксида углерода (IV) с известковой водой



$$1 \text{ моль} - 1 \text{ моль} \Rightarrow v(\text{CO}_2) = v(\text{CaCO}_3)$$

$$v(\text{CaCO}_3) = 105/100 = 1,05 \text{ моль};$$

$$M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ г/моль}$$

Тогда имеем X + Y = 1,05

Составляем систему уравнений:

$$\begin{cases} 0,5 \cdot X \cdot 22,4 + Y/3 \cdot 22,4 = 8,96 \\ X + Y = 1,05 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 0,5 \cdot (1,05 - Y) \cdot 22,4 + Y/3 \cdot 22,4 = 8,96 \\ X = 1,05 - Y \end{cases}$$

$$11,76 - 11,2 Y + (\approx 7,47 Y) = 8,96$$

$$3,73 Y = 2,8$$

$$Y \approx 0,75 \text{ моль}; X = 0,3 \text{ моль} - \text{количество образовавшегося CO}_2$$

$$\text{Тогда } v(\text{C}_2\text{H}_6) = X/2 = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow V(\text{C}_2\text{H}_6) = 0,15 \cdot 22,4 = 3,36 \text{ л}$$

Ответ. 3,36