

11 класс

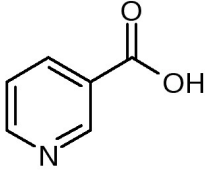
Максимальное количество баллов за все правильно выполненные задания - **50**

Задача 1.

| Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | Баллы |
|---|-----------|
| 1) $4P + 3NaOH + 3H_2O = 3NaH_2PO_2 + PH_3$ | 1 |
| 2) $14HCl + K_2Cr_2O_7 = 2CrCl_3 + 3Cl_2 + 2KCl + 7H_2O$ | 1 |
| 3) $2NO + C = N_2 + CO_2$ | 1 |
| 4) $C_6H_5NO_2 + 3(NH_4)_2S = C_6H_5NH_2 + 2H_2O + 3S + 6NH_3$ | 1 |
| 5) $2CH_3COOH + P_2O_5 = (CH_3CO)_2O + HPO_3$ | 1 |
| 6) $HOOC-COOH = CO + CO_2 + H_2O$ | 1 |
| 7) $Ba(OH)_2 + 2NaHCO_3 = BaCO_3 + Na_2CO_3 + H_2O$ | 1 |
| 8) $KNH_4HPO_4 + KOH = K_2HPO_4 + NH_3 + H_2O$ | 1 |
| 9) $Fe(NO_3)_3 + 4Al = Fe + Al_2O_3 + NO$ | 1 |
| 10) $3KHSO_3 + AlBr_3 = Al(OH)_3 + 3KBr + 3SO_2$ или $3K_2SO_3 + 3AlBr_3 + 3H_2O = 2Al(OH)_3 + 6KBr + 3SO_2$ | 1 |
| 11) $CaH_2 + Br_2 = CaBr_2 + 2HBr$ | 1 |
| 12) $CH_3CHBrCH_2CHBrCH_3 + Mg =$  $+ MgBr_2$ | 1 |
| 13) $(H_3C)_3C-OH = H_2C=C(CH_3)_2 + H_2O$ или $(H_3C)_2CHCH_2OH = H_2C=C(CH_3)_2 + H_2O$ | 1 |
| 14) $C_6H_5-CBr_2-CH_3 + KOH(\text{спирт}) = C_6H_5-C\equiv CH + KBr + H_2O$ | 1 |
| 15) $H_3C-C_6H_4-CH_3 + 4KMnO_4 = KOOC-C_6H_4-COOK + 4MnO_2 + 2KOH + 2H_2O$ | 1 |
| Максимальный балл | 15 |

Задача 2.

| Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | Баллы |
|---|-------|
| 1) Схема реакции горения А в общем виде: $C_xH_yN_zO_k + O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + N_2$ (1) | — |
| 2) $n(CO_2) = V/V_M = 6,72/22,4 = 0,3$ моль | 0,5 |
| $n(C) = n(CO_2) = 0,3$ моль | 0,5 |
| $n(H_2O) = m/M = 2,25/18 = 0,125$ моль | 0,5 |
| $n(H) = 2n(H_2O) = 0,25$ моль | 0,5 |
| $n(N_2) = V/V_M = 0,56/22,4 = 0,025$ моль | 0,5 |
| $n(N) = 2n(N_2) = 0,05$ моль | 0,5 |
| 3) Определено, что веществе А содержится кислород. $m(C) = n \cdot M = 0,3 \cdot 12 = 3,6$ г; $m(H) = n \cdot M = 0,25 \cdot 1 = 0,25$ г; $m(N) = n \cdot M = 0,05 \cdot 14 = 0,7$ г. $m(C) + m(H) + m(N) = 3,6 + 0,25 + 0,7 = 4,55$ г. | |

| | |
|---|--------|
| Сумма масс элементов меньше массы вещества А, следовательно, в состав А входит кислород: $m(O) = m(A) - (m(C) + m(H) + m(N)) = 6,15 - 4,55 = 1,6 \text{ г}$ $n(O) = 1,6/16 = 0,1 \text{ моль}$ | 1 1 |
| 4) Соотношение количеств элементов, входящих в состав А $x : y : z : k = n(C) : n(H) : n(N) : n(O) = 0,3 : 0,25 : 0,05 : 0,1 = 6 : 5 : 1 : 2$. Простейшая формула $C_6H_5NO_2$. | 1 |
| 5) Молярная масса А, рассчитанная из плотности по воздуху: $M(A) = D_{\text{возд}} \cdot 29 = 4,24 \cdot 29 = 123 \text{ г/моль}$, что совпадает с молярной массой $C_6H_5NO_2$, следовательно, молекулярная формула совпадает с простейшей. | 1 |
| 6) Т.к. вещество А реагирует с выделением углекислого газа с карбонатом натрия – это карбоновая кислота. Т.к. одна молекула А содержит два атома кислорода, следовательно, в состав А входит одна карбоксильная группа. | 1 |
| 7) Выделив карбоксильную группу из состава А, можно записать уравнение реакции взаимодействия А: $2C_5H_4N-COOH + Na_2CO_3 = 2C_5H_4N-COONa + H_2O + CO_2 (2)$ | 1 |
| 8) Количество карбоната натрия, вступившего в реакцию с веществом А, согласно уравнению (2) $n(Na_2CO_3) = \frac{1}{2} n(A)$; $n(A) = m/M = 6,15/123 = 0,05 \text{ моль}$, $n(Na_2CO_3) = 0,025 \text{ моль}$, $m(Na_2CO_3) = n \cdot M = 0,025 \cdot 106 = 2,65 \text{ г}$, что соответствует условию задачи. | 1 |
| 9) Согласно условиям задачи, в состав молекулы входит цикл, тогда структурная формула вещества А (карбоксильная группа может располагаться в других положениях):  | 2 |
| 10) Никотиновая кислота (витамин РР). | 1 |
| Максимальный балл | |
| 13 | |

Задача 3.

| Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | Баллы |
|---|-------|
| 1) По величине растворимости кристаллогидрата вычислена массовая доля безводной соли при 0°C. $n(Na_2S_2O_3) = 0,33 \text{ моль}$, $m(Na_2S_2O_3) = 0,33 \cdot 158 = 52,5 \text{ г}$, $m(\text{раствора}) = 100 + 52,5 = 152,5$, $\omega(Na_2S_2O_3) = 52,5/152,5 = 0,3443$. | 3 |
| 2) Вычислены масса раствора и масса растворенного вещества тиосульфата натрия для второго раствора: | 1 |

| | |
|--|-----------|
| $m(\text{раствора}) = 100 \cdot 1,65 = 165\text{г},$ $m(\text{растворенной соли}) = 165 \cdot 0,7 = 115,5\text{г}.$ | |
| 3) Пусть количество моль исходного кристаллогидрата равно x моль, воды – y моль. Тогда: $0,3443 = (158x/(248x + 18y)).$ | 2 |
| 4) Вычислена масса безводной соли, перешедшей в состав кристаллогидрата: $n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = m/M = 30/248 = 0,12$ моль, $n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,12$ моль, $m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,12 \cdot 158 = 19,11$ г. | 2 |
| 5) Для температуры 50°C записано выражение: $0,6292 = (115,5 + 158x - 19,11)/(248x + 18y + 165 - 30)$ Решение системы алгебраических уравнений дает значения: $x = 0,088$ моль, $y = 1,031$ моль. | 3 1 |
| 6) Тогда искомые величины равны: $m(\text{кристаллогидрата}) = 248x = 21,824\text{г}, m(\text{воды}) = 18,558\text{г}.$ | 2 |
| 7) $m(\text{раствора}_3) = 21,824 + 18,558 + 165 - 30 = 175,38$ г, $V(\text{раствора}_3) = 175,38/1,48 = 118,5\text{мл}.$ | 1 |
| Максимальный балл | 15 |

Задача 4.

| Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | Баллы |
|--|---|
| 1) Превращение (пропандиол-1,2 \rightarrow ацетон) можно осуществить в три стадии: $\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_2\text{OH} + 2 \text{HCl} = \text{CH}_3\text{-CH(Cl)-CH}_2\text{Cl} + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{CH}_3\text{-CH(Cl)-CH}_2\text{Cl} + 2\text{KOH (спирт)} = \text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH} + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{KCl}$ $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O, Hg}^{2+}} \text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$ | По 1 баллу за каждое уравнение, всего 3 балла |
| 2) Превращение (ацетон \rightarrow изомаляная кислота) можно осуществить в три стадии: 1. $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O, кат. с}} \text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$ 2. $\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3 + \text{HCl} = \text{CH}_3\text{-CH(Cl)-CH}_3$ (в качестве реагентов можно использовать также $\text{PCl}_5, \text{PCl}_3, \text{SOCl}_2$) 3. Трансформация атома галогена в COOH может быть осуществлена 2 способами: через нитрил: $\text{CH}_3\text{-CH(Cl)-CH}_3 + \text{KCN} = \text{CH}_3\text{-CH(CN)-CH}_3 + \text{KCl}$ $\text{CH}_3\text{-CH(CN)-CH}_3 + \text{HCl} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)COOH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ или через реактив Гриньяра: $\text{CH}_3\text{-CH(Cl)-CH}_3 + \text{Mg} \xrightarrow{\text{Et}_2\text{O}} \text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)MgCl}$ $\text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)MgCl} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{HCl (раствор)}} \text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)COOH} + \text{MgCl}_2$ | По 1 баллу за каждое уравнение, всего 4 балла |
| Максимальный балл | 7 |