

2. КРИТЕРИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОБЕДИТЕЛЕЙ И ПРИЗЕРОВ ОЛИМПИАДЫ

Второй (заключительный) этап олимпиады по химии Многопредметной олимпиады «Юные таланты» состоит из трех туров: отборочного и двух финальных – теоретического и экспериментального.

Максимально возможное количество баллов, которое может набрать участник за отборочный тур – 50. К участию в финальных (теоретическом и экспериментальном) турах допускаются участники, выполнившие работы отборочного тура и набравшие суммарно **не менее 15 баллов**, включая победителей и призеров олимпиады предыдущего года. Баллы отборочного тура не суммируются с баллами финальных туров.

Максимально возможное количество баллов, которое может набрать участник в финальных турах – 70, из которых 50 – за теоретический тур, а 20 – за экспериментальный тур.

Победителями олимпиады могут стать участники, имеющие не менее 50 баллов суммарно по финальным турам и балл которых составляет более 85% от максимально набранного балла в данной возрастной параллели.

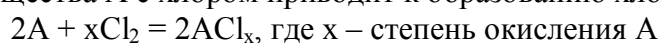
Призерами олимпиады (2 степень) могут стать участники, имеющие не менее 40 баллов суммарно по финальным турам и балл которых составляет более 65% от максимально набранного балла в данной возрастной параллели.

Призерами олимпиады (3 степень) могут стать участники, имеющие не менее 32 баллов суммарно по финальным турам и балл которых составляет более 50% от максимально набранного балла в данной возрастной параллели.

4.1.3. Задания 11 класса

Задача №11-1

Взаимодействие вещества А с хлором приводит к образованию хлорида элемента А:



Для вещества $AsCl_x$ можно записать следующее равенство:

$$\frac{n(A)}{n(Cl)} = \frac{1}{x}$$
$$xn(A) = n(Cl)$$
$$\frac{22,55x}{M} = \frac{77,45}{35,5}$$
$$M = \frac{22,55 * 35,5 * x}{77,45} = 10,33x$$

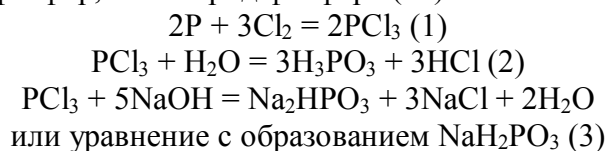
M – атомная масса элемента A . Рассмотрим варианты:

При $x=1$, $M=10,33$, близко к бору, но для него не характерна степень окисления + 1;

При $x=2$, $M = 20,66$, близко к неону, но он не реагирует с хлором;

При $x=3$, $M = 30,99$, фосфор, удовлетворяет условиям.

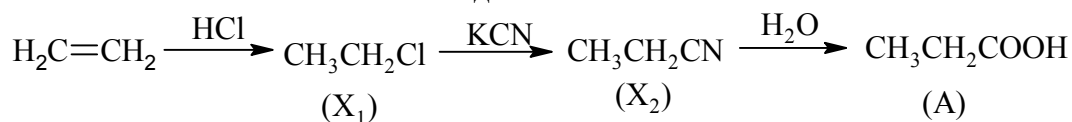
Таким образом, А – фосфор, Б – хлорид фосфора (III)

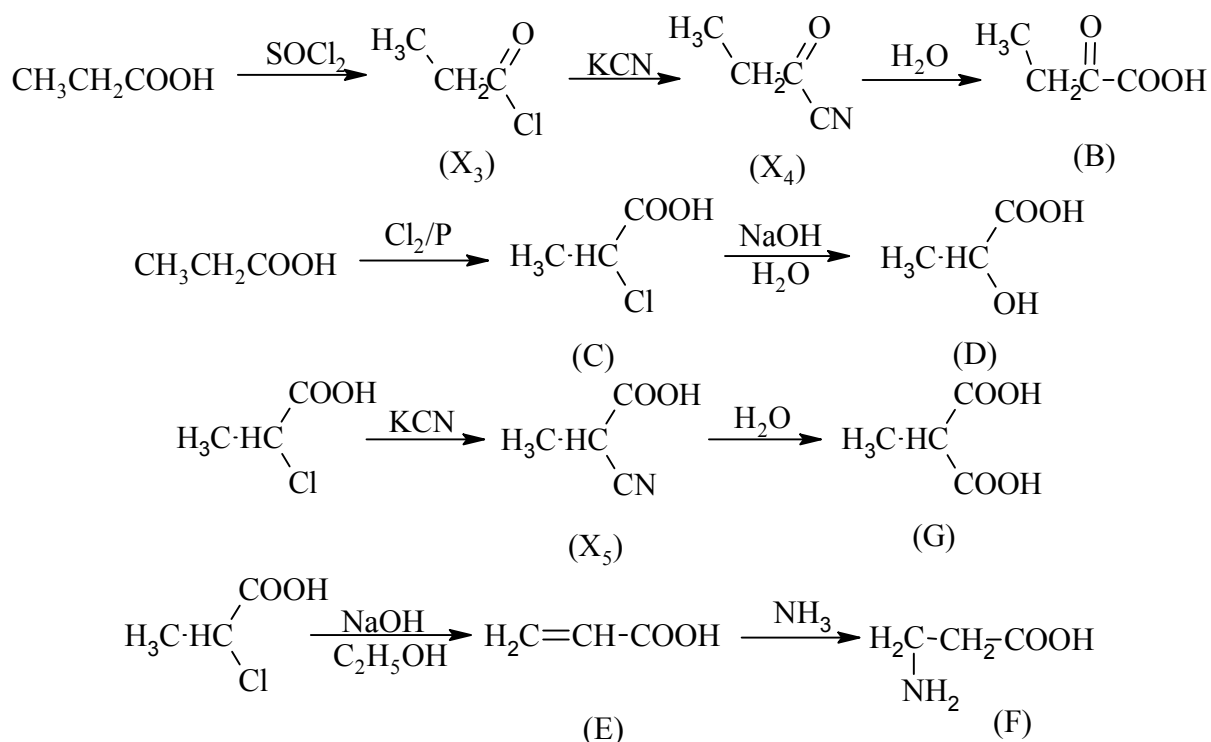


Разбалловка

Определение вещества А	3 б.
Определение вещества Б	1 б.
Уравнения реакций (1) – (3)	3х2б. = 6б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-2





Названия кислот (учитываются любые верные названия):

A – пропановая кислота

B – 2-оксобутановая кислота

C – 2-хлорпропановая кислота

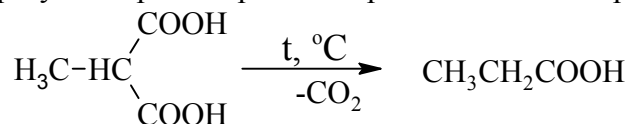
D – 2-гидроксипропановая кислота

E – проп-2-еновая кислота

F – 3-аминопропановая кислота

G – 2-метилпропандиовая кислота

Пропановая кислота образуется при декарбоксилировании 2-метилпропанди-овой кислоты:

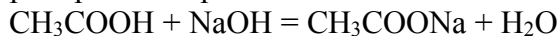


Разбалловка

Написание структурных формул веществ X ₁ – X ₅ и A – G	12x0,5б. = 6 б.
Название веществ A – G	7x0,5 б. = 3,5 б.
Написание реакции декарбоксилирования G	0,5 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-3

При приготовлении раствор 2 протекает реакция:



$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,1 \cdot 0,2 = 0,02 \text{ моль}$$

$$n(\text{NaOH}) = 0,2 \cdot 0,05 = 0,01 \text{ моль}$$

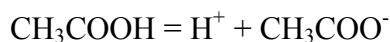
По уравнению реакции: $n(\text{CH}_3\text{COOH})_{\text{р}} = n(\text{NaOH}) = 0,01 \text{ моль}$

$$n(\text{CH}_3\text{COOH})_{\text{изб}} = 0,02 - 0,01 = 0,01 \text{ моль}$$

$$n(\text{CH}_3\text{COONa}) = n(\text{CH}_3\text{COOH})_{\text{р}} = 0,01 \text{ моль}$$

Тогда состав раствора 2:

$$C(\text{CH}_3\text{COOH}) = C(\text{CH}_3\text{COONa}) = 0,01 / (0,2 + 0,05) = 0,04 \text{ моль/л}$$



$$K_d = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

$$\alpha = \frac{[H^+]}{C_{K-ТБ1}}$$

Для раствора 1:

Так как уксусная кислота слабая ($\alpha \ll 1$), примем, что (с учетом разбавления):

$$[CH_3COOH] = C_{K-ТБ1} = 0,1/2,5 = 0,04 \text{ моль/л}$$

$$K_d = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = \frac{[H^+]^2}{C_{K-ТБ1}}$$

$$[H^+] = \sqrt{K_d C_{K-ТБ1}} = \sqrt{1,74 \cdot 10^{-5} \cdot 0,04} = 8,34 \cdot 10^{-4}$$

$$pH = -\lg[H^+] = -\lg(8,34 \cdot 10^{-4}) = 3,07$$

$$\alpha = \frac{[H^+]}{C_{K-ТБ1}} = \frac{\sqrt{K_d C_{K-ТБ1}}}{C_{K-ТБ1}} = \sqrt{\frac{K_d}{C_{K-ТБ1}}} = \sqrt{\frac{1,74 \cdot 10^{-5}}{0,04}} = 0,021$$

Для раствора 2:

Так как уксусная кислота слабая ($\alpha \ll 1$), примем, что

$$[CH_3COOH] = C(CH_3COOH) \text{ и } [CH_3COO^-] = C(CH_3COONa)$$

$$K_d = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = \frac{[H^+] \cdot C(CH_3COONa)}{C(CH_3COOH)}$$

$$[H^+] = \frac{K_d \cdot C(CH_3COOH)}{C(CH_3COONa)} = \frac{1,74 \cdot 10^{-5} \cdot 0,04}{0,04} = 1,74 \cdot 10^{-5}$$

$$pH = -\lg[H^+] = -\lg(1,74 \cdot 10^{-5}) = 4,76$$

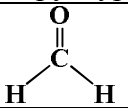
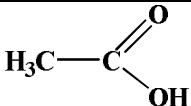
$$\alpha = \frac{[H^+]}{C(CH_3COOH)} = \frac{K_d}{C(CH_3COONa)} = \frac{1,74 \cdot 10^{-5}}{0,04} = 4,35 \cdot 10^{-4}$$

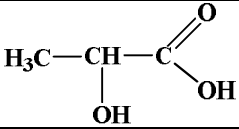
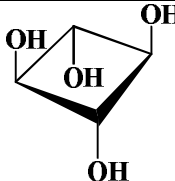
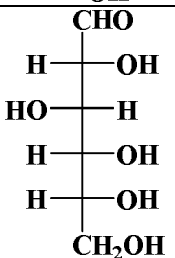
Увеличение равновесной концентрации ацетат-ионов, образующихся при частичной нейтрализации уксусной кислоты приводит к смещению равновесия реакции диссоциации уксусной кислоты влево, то есть степень диссоциации раствора 2 значительно меньше, чем раствора 1.

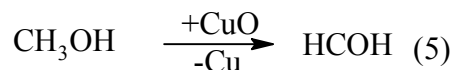
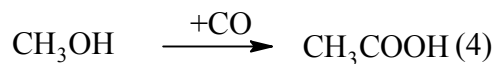
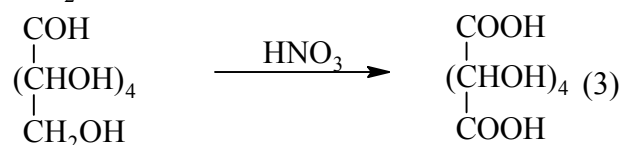
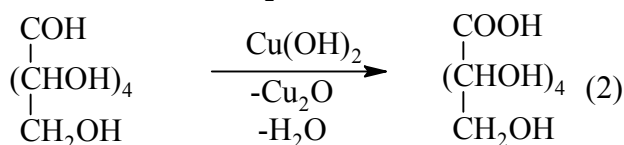
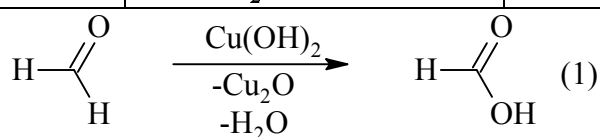
Разбалловка

Вычисление степени диссоциации уксусной кислоты	2x2б. = 4 б.
Вычисление pH каждого из растворов	2x1,5 б. = 3 б.
Объяснение зависимости степени диссоциации от состава раствора	1 б.
Определение состава раствора 2 и концентрации компонентов	2x1 б.=2б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-4

Соединение	Брутто-формула	Структурная формула	Название
A	CH ₂ O		Метаналь, формальдегид, муравьиный альдегид
B	C ₂ H ₄ O ₂		Этановая кислота, уксусная кислота

C	$C_3H_6O_3$		2-Гидроксипропановая кислота, молочная кислота
D	$C_4H_8O_4$		Циклобутан-1,2,3,4-тетраол
E	$C_6H_{12}O_6$		2,3,4,5,6-пентагидроксигексаналь, глюкоза



* в качестве реакции (2) может быть зачтена реакция образования комплексного соединения меди с глюкозой (качественная реакция на многоатомные спирты)

Разбалловка

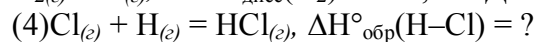
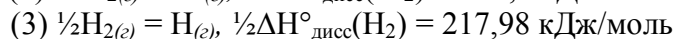
Определение вещества: - название	5x0,5б. = 2,5 б.
- структурная формула	5x0,5б. = 2,5 б.
Написание уравнений реакций (1) – (5)	5x1б. = 5б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-5

Запишем реакцию образования молекулы HCl из простых веществ



Разобьем на стадии разрыва связей в исходных веществах и стадию образования новой связи, энтальпию образования которой нужно найти:



В соответствии с законом Гесса алгебраическая сумма тепловых эффектов промежуточных стадий (1, 2, 3) образования хлороводорода из простых веществ равна энтальпии образования хлороводорода:

$$\Delta H^{\circ}_{\text{обр}}(\text{HCl}) = \frac{1}{2}\Delta H^{\circ}_{\text{дисс}}(\text{Cl}_2) + \frac{1}{2}\Delta H^{\circ}_{\text{дисс}}(\text{H}_2) + \Delta H^{\circ}_{\text{обр}}(\text{H}-\text{Cl}).$$

$$\Delta H^{\circ}_{\text{обр}}(\text{H}-\text{Cl}) = \Delta H^{\circ}_{\text{обр}}(\text{HCl}) - \frac{1}{2}\Delta H^{\circ}_{\text{дисс}}(\text{Cl}_2) - \frac{1}{2}\Delta H^{\circ}_{\text{дисс}}(\text{H}_2).$$

$$\Delta H^{\circ}_{\text{обр}}(\text{H}-\text{Cl}) = (-92,3) - (217,98 + 121,3) = -431,58 \text{ кДж/моль}.$$

$\Delta H^{\circ}_{\text{обр}}(\text{H}-\text{Cl})$ – это энергия образования связи, по абсолютной величине равная энергии диссоциации, но противоположная по знаку. Энергия разрыва связи (энергия диссоциации связи) в отличие от энтальпии всегда положительна и равна $E_{\text{H}-\text{Cl}} = 431,58 \text{ кДж/моль}$.

Рассчитаем теплоту, которая выделится при образовании 10 моль хлороводорода из простых веществ:

$$Q = 10 \cdot 92,3 = 923 \text{ кДж}$$

Напомним, что энтальпия (ΔH) и теплота (Q) имеют противоположные знаки.

Рассчитаем массу алюминия, которую можно нагреть до температуры плавления:

$$Q = cm(T_2 - T_1) = cm\Delta T$$

$$\Delta T = 660 - 25 = 635^{\circ}\text{C (K)}$$

$$m = Q/c\Delta T = 923/(0,903 \cdot 635) = 1,61 \text{ кг}$$

Таким образом, используя теплоту, выделившуюся при образовании из простых веществ 10 моль HCl можно нагреть до температуры плавления 1,61 кг алюминия.

Разбалловка

Написание термохимических реакций (1) – (4)	4 б.
Расчет энергии образования связи $\text{H}-\text{Cl}$	3 б.
Определение энергии химической связи	1б.
Определение массы алюминия	2 б.
Итого	10 б.