

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.

4.2.3. Задания 11 класса

Задача №11-1

Так как вещество А содержит водород, то оно имеет общую формулу – ЭН_п, где п – валентность элемента Э, А – относительная атомная масса элемента Э

$$w(H) = \frac{1n}{1n + A} = 0,0882$$

$$A = 10,34n$$

При n = 1, A = 10,34, близко к бору, но он не может быть одновалентным

При n = 2, A = 20,68, близко к гелию, но он не образует гидридов

При n=3, A = 31,02, фосфор, удовлетворяет условиям

При n = 4, A = 41,36, нет элемента

A – PH₃ (фосфин),

B – PH₄I (иодид фосфония),

C – P (фосфор),

D – Ca₃P₂ (фосфид кальция),

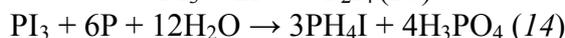
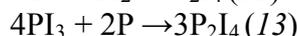
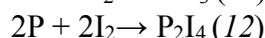
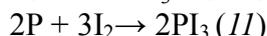
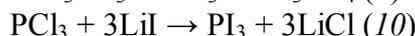
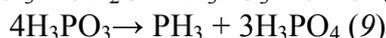
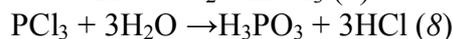
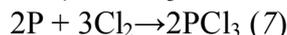
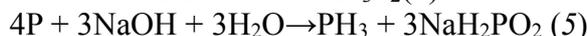
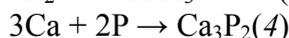
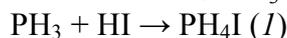
E – PCl₃ (трихлорид фосфора),

F – PI₃ (трийодид фосфора),

G – H₃PO₃ (фосфористая кислота),

H – P₂I₄ (дидиодид фосфора),

J – H₃PO₄ (фосфорная кислота).



3. Ca(H₂PO₄)₂ – двойной суперфосфат.

Разбалловка

Формулы соединений A-J	9x0,25 = 2,25 б.
Написание уравнений реакций (1) – (15)	15x0,5 = 7,5 б.
Указание на удобрение, производное фосфорной кислоты	0,25 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-2

Метод определения меди (II) основан на окислении иодида калия до молекулярного иода с последующим определением выделившегося иода титрованием тиосульфатом натрия:



Рассчитаем коэффициент распределения меди.

$$C(CuL_2)_{(o)} = \frac{n(CuL_2)_{(o)}}{V_{(o)}} = \frac{m(CuL_2)_{(o)}}{MV_{(o)}} = \frac{m(Cu^{2+})_{(o)}}{MV_{(o)}}$$

$$C(Cu^{2+})_{(e)} = \frac{n(Cu^{2+})_{(e)}}{V_{(e)}} = \frac{m(Cu^{2+})_{(e)}}{MV_{(e)}}$$

$$D = \frac{m(\text{Cu}^{2+})_{(o)}}{MV_{(o)}} ; \frac{m(\text{Cu}^{2+})_{(B)}}{MV_{(B)}} = \frac{m(\text{Cu}^{2+})_{(o)}}{m(\text{Cu}^{2+})_{(B)}}$$

pH	1	2	3	4
$m(\text{Cu}^{2+})_{\text{исх}}, \text{ МГ}$	800			
$m(\text{Cu}^{2+})_{(B)}, \text{ МГ}$	228,6	3,2	0,03	$3,2 \cdot 10^{-4}$
$m(\text{Cu}^{2+})_{(o)}, \text{ МГ}$	571,4	796,8	799,97	799,9997
D	2,5	249	26665,67	2500000

Рост коэффициента распределения с увеличением pH объясняется смещением реакции экстракции вправо в результате увеличения степени диссоциации реагента HL и, как следствие, увеличения равновесной концентрации комплекса меди, экстрагируемого в органическую фазу.

Запишем выражение для константы экстракции:

$$K = \frac{[\text{CuL}_2]_{(o)} [\text{H}^+]_{(B)}^2}{[\text{Cu}^{2+}]_{(B)} [\text{HL}]_{(o)}^2}$$

Выделив в выражении для константы экстракции выражение для коэффициента распределения получим:

$$K = D \frac{[\text{H}^+]_{(B)}^2}{[\text{HL}]_{(o)}^2}$$

Так как $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$, получим выражение:

$$K = D \frac{10^{-2\text{pH}}}{[\text{HL}]_{(o)}^2}$$

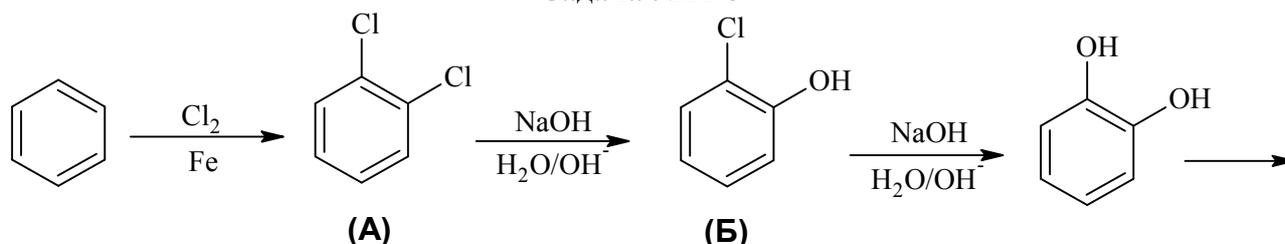
pH	1	2	3	4
D	2,5	249	26665,67	2500000
K	0,499	0,498	0,533	0,500

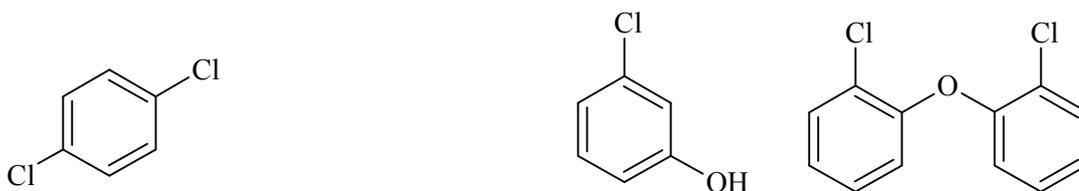
Константа экстракции равна $K = 0,5$

Разбалловка

Написание уравнений реакций (1) – (2)	2x16. = 2 б.
Расчет коэффициентов распределения Cu(II)	2 б.
Объяснение зависимости коэффициента распределения от pH	2 б.
Вывод уравнения константы экстракции	1 б.
Уравнение связи K и D	1 б.
Вычисление константы экстракции	2 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-3



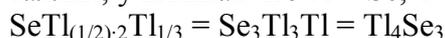
**Разбалловка**

Написание структурных формул веществ А – В	3x0,5 б. = 1,5 б.
Написание структурных формул веществ Г – Л	8x1 б. = 8 б.
Написание побочных продуктов (как минимум одного для каждой из двух реакций)	2x0,25 б. = 0,5 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-4

На основании вышесказанного формулу соединения можно записать в виде $AT_{2n}O_m$, где А – атомы плотнейшей упаковки, Т и О – атомы, занимающие тетраэдрические и октаэдрические пустоты соответственно, а n и m – степень заполненности пустот.

Рассчитаем формулу селенида таллия, учитывая что А = Se, Т = О = Tl:



Рассчитаем координационные числа (КЧ) атомов в селениде таллия:

КЧ атома таллия в тетраэдрической пустоте по определению равно 4;

КЧ атома таллия в октаэдрической пустоте по определению равно 6;

КЧ атома селена равно: $KЧ = (4 \cdot 3 + 6 \cdot 1) / 3 = 6$

Из формулы Se_3Tl_3Tl видно, что в тетраэдрических пустотах находится ионы Tl^+ , а в октаэдрических – Tl^{3+} .

**Разбалловка**

Определение формулы селенида таллия	2 б.
Вычисление координационных чисел	3x1 б. = 3 б.
Соответствие пустот и заряда ионов таллия	2x0,5б. = 1 б.
Написание уравнений реакций (1) и (2)	2x2 б. = 4 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №11-5

X_1 – CH_3COH (этаналь),

X_2 – CH_3COOH (этановая кислота),

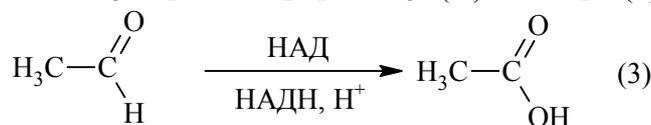
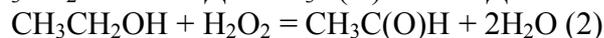
X_3 – CO_2 (углекислый газ),

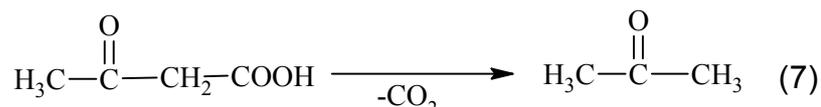
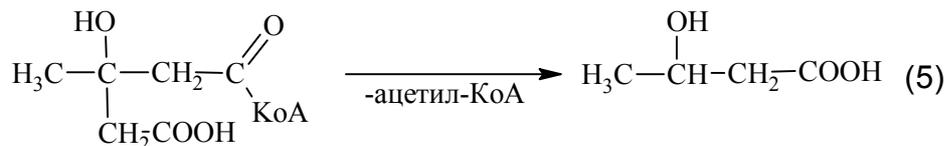
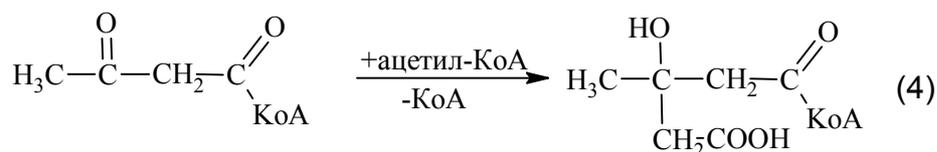
X_4 – H_2O (вода),

X_5 – $CH_3CH(OH)CH_2COOH$ (3-гидрокибутановая кислота),

X_6 – $CH_3C(O)CH_2COOH$ (3-оксобутановая кислота),

X_7 – $CH_3C(O)CH_3$ (пропанон).





Из кинетического уравнения реакции первого порядка найдем k_1 :

$$\frac{[A]_0}{[A]} = 16, t = 20, k_1 = \frac{1}{20} \ln 16 = 0,14 \text{ мин}^{-1} = 8,4 \text{ ч}^{-1}.$$

Из уравнения решения кинетического уравнения найдем k_2

$$[A]_0 = 3,8 \text{ г/л}, t = 10 \text{ ч}, [B] = 1,9 \text{ г/л}$$

Примем, что $(1 - e^{-k_1 t}) \approx 1$

$$k_2 = \frac{[A]_0 \times (1 - e^{-k_1 t}) - [B]}{t} \approx \frac{[A]_0 - [B]}{t} = \frac{3,8 - 1,9}{10} = 0,19 \text{ г/л} \cdot \text{ч}$$

Рассчитаем время, необходимое для достижения $[B] = 0,35 \text{ г/л}$

$$[A]_0 = 3,8 \text{ г/л}$$

$$0,35 = 3,8 \times (1 - e^{-8,4 \times t}) - 0,19 \times t \approx 3,8 - 0,19t$$

$$t = \frac{3,45}{0,19} = 18,2 \text{ ч}$$

Значит, минимальное время достижения предельно допустимой концентрации составляет 18,2 часа.

Разбалловка

Определение веществ X_1 - X_7	$7 \times 0,56 = 3,56$.
Написание реакций (1) – (7)	$7 \times 0,56 = 3,56$.
Вычисление k_1 и k_2	$2 \times 1 \text{ б.} = 2 \text{ б.}$
Расчет времени для достижения предельно допустимой концентрации	1 б.
ИТОГО	10 б.