

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ  
РЕГИОНАЛЬНАЯ ПРЕДМЕТНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ  
ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛАСТЬ

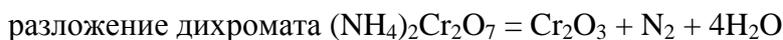
---

**КРИТЕРИИ И МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ**  
**ВЫПОЛНЕННЫХ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ТУРА**  
**для 11 классов муниципального этапа всероссийской олимпиады**  
**школьников по химии**  
**2021 - 2022 учебный год**

По теоретическому туру максимальная оценка результатов участника возрастной группы (11 классы) определяется арифметической суммой всех баллов, полученных за выполнение заданий и не должна превышать 100 баллов.

### ЗАДАНИЕ 1 Решение

При прокаливании смеси протекают реакции:



**По 2 балла за реакцию (по 1 если не уравнено) – всего до 4 баллов**

Твёрдый остаток представляет собой  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  (2 балла)

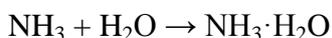
Количество его равно  $22,8/152=0,15$  (моль)

Обозначим  $x$  количество (моль) хромата в исходной смеси, а  $y$  – количество дихромата.

Тогда  $0,5x+y=0,15$

Газообразные продукты разложения, растворимые в воде:  $\text{NH}_3, \text{H}_2\text{O}$  (2 балла)

Выделившийся аммиак в количестве  $x$  моль поглощается водой, давая щелочную реакцию раствора:



тогда  $[\text{OH}^-] = 10^{14-\text{pH}} = 10^{-2,585}$  моль/л.

$c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = (10^{-2,585})^2 / (1,8 \cdot 10^{-5} + 10^{-2,585}) = 0,378$  (моль/л). (4 балла за определение суммарной концентрации аммиака в растворе)

Количество аммиака равно

$$v(\text{NH}_3) = x = 0,378 \cdot V_{\text{р-ра}}$$

Определим объем раствора  $V_{\text{р-ра}}$ . При пропускании газообразных продуктов разложения образуется раствор массой  $m(\text{р-ра}) = 250$  (взятая для поглощения вода) +  $17x + 18 \cdot 2,5x + 18 \cdot 4y = 250 + 45x + 72y$  (г). Объем раствора:

$$V_{\text{р-ра}} = m(\text{р-ра}) / \rho = 0,001 \cdot (250 + 45x + 72y) / 0,995 \text{ л}$$

Отсюда имеем систему уравнений:

$$977,99x - 27,216y = 94,5$$

$$0,5x + y = 0,15$$

**4 балла за составление системы (иное решение)**

Решение системы приводит к  $x = y = 0,1$

Рассчитаем массовую долю хромата:

$$\omega = 152x / (152x + 252y) = 0,745$$

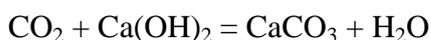
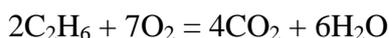
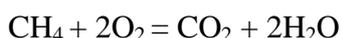
**2 балла за ход расчёта массовой доли**

Ответ: 74,5%

**2 балла за верный ответ**

**Оценка задания. Максимальная оценка за правильно выполненное задание - 20 баллов.**

**ЗАДАНИЕ 2** Решение



**6 баллов (по 2 балла за уравнение, неуровненные - по 1 баллу)**

Определим суммарное количество газа согласно уравнению состояния идеального газа:

$$n(\text{CH}_4) + n(\text{C}_2\text{H}_6) = pV/RT = 0,6 \text{ моль } \mathbf{2 \text{ балла}}$$

Количество белого осадка должно быть равно количеству углекислого газа

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{CH}_4) + 2n(\text{C}_2\text{H}_6) = 100 \text{ г} / 100 \text{ г/моль} = 1 \text{ моль } \mathbf{2 \text{ балла}}$$

Отсюда состав газовой смеси  $n(\text{CH}_4) = 0,2$  моль,  $n(\text{C}_2\text{H}_6) = 0,4$  моль. **2 балла**

Рассчитаем выделившуюся при сжигании теплоту, воспользовавшись уравнением Гесса:

$$\text{При сжигании 1 моля метана выделяется } 393,50 + 2 \cdot 241,83 - 74,85 = 802,31 \text{ кДж}$$

$$\text{При сжигании 1 моля этана } - 2 \cdot 393,50 + 3 \cdot 241,83 - 84,67 = 1427,82 \text{ кДж}$$

$$\text{Для рассматриваемой газовой смеси } 0,2 \cdot 802,31 + 0,4 \cdot 1427,82 = 731,59 \text{ кДж}$$

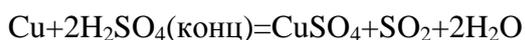
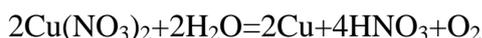
**4 балла**

Рассчитаем энергию С-С связи. Энергия образования  $H_f(\text{CH}_4) = -4E(\text{C-H}) + 2E(\text{H-H})$   $H_f(\text{C}_2\text{H}_6) = -6E(\text{C-H}) - E(\text{C-C}) + 3E(\text{H-H}) = -1,5 H_f(\text{CH}_4) - E(\text{C-C})$ , откуда  $E(\text{C-C}) = 1,5 H_f(\text{CH}_4) - H_f(\text{C}_2\text{H}_6) = 27,605 \text{ кДж/моль}$

**4 балла**

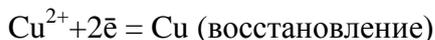
**Оценка задания. Максимальная оценка за правильно выполненное задание - 20 баллов.**

**ЗАДАНИЕ 3** Решение



**6 баллов (2 балла за уравнение, 1 балл за неуровненное)**

Полуреакции восстановления и окисления:



#### 4 балла (по 2 балла за уравнение)

Рассчитаем количество меди, выделившейся на электроде в ходе электролиза. Оно равно одной трети количества серы, выделившейся в последней реакции. Таким образом, оно равно  $5 \text{ г} / (32 \cdot 3) = 0,052$  моль. А масса выделившейся меди равна  $0,052 \cdot 64 = 3,33$  г.

#### 5 баллов (2 балла за ответ, 3 за решение без правильного ответа)

Рассчитаем количество электронов, перешедших с одного электрода на другой. Согласно уравнению полуреакции восстановления оно равно удвоенному количеству выделившейся меди,  $2 \cdot 0,052$  моль = 0,104 моль. Прошедший заряд равен  $0,104 \cdot 96485 = 10034,44$  Кл. Сила тока равна  $10034,44 \text{ Кл} / (5 \cdot 60 \text{ с}) = 33,45 \text{ А}$

#### 5 баллов (2 балла за ответ, 3 за решение без правильного ответа)

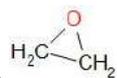
**Оценка задания. Максимальная оценка за правильно выполненное задание - 20 баллов.**

#### ЗАДАНИЕ 4 Решение

Органическое соединение А – этилен  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$

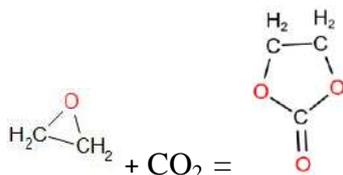
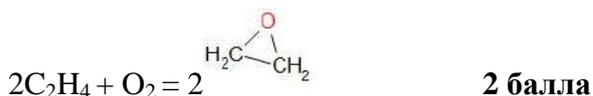
Продукт Б – углекислый газ, типичный продукт окисления органических соединений  $\text{O}=\text{C}=\text{O}$

Продукт В – этиленоксид (оксиран) трёхчленный цикл



**12 баллов (по 4 балла за каждую верную структурную формулу, при верной только молекулярной формуле 2 балла)**

Уравнения реакций



При неверных коэффициентах в уравнениях реакций выставляется половина максимального числа баллов.

**Оценка задания. Максимальная оценка за правильно выполненное задание - 20 баллов.**

### **ЗАДАНИЕ 5** Решение

Определим массы бокового заместителя, с учётом что молекулярная масса общей части аминокислоты равна 74:

аланин 15, лейцин 57, лизин 72

Учитывая, что боковым заместителем, скорее всего, является алкильный заместитель находим, что у аланина  $R=CH_3$ ; лейцина  $R=C_4H_9$ ; для лизина не получается подобрать алкильный заместитель, но подходит заместитель с аминогруппой: лизин  $R=CH_2CH_2CH_2CH_2NH_2$

#### **По 4 балла за формулу, до 12 баллов**

Руководствуясь принципом «подобное растворяется в подобном» предположим, что чем больше длина или масса заместителя в молекуле аминокислоты, тем дальше она пройдёт на хроматографии:

аланин<лейцин<лизин

также за правильный вариант считать аланин<лизин<лейцин

#### **4 балла**

Во втором растворителе присутствует уксусная кислота. Наличие в лизине дополнительной аминогруппы приводит к её заряджению в кислой среде и в связи с этим лизин остаётся близко к старту. В этой системе аминокислоты расположатся в следующем порядке:

лизин<аланин<лейцин

#### **4 балла**

**Оценка задания. Максимальная оценка за правильно выполненное задание - 20 баллов.**