

Задача 1.

У окислительно-восстановительных реакций есть особенность – они могут протекать без непосредственного контакта реагентов. В таком случае электроны от восстановителя к окислителю переходят через внешнюю цепь. Электрическое поле, созданное переносом электронов по внешней цепи, совершает полезную работу. На этом основана работа всех химических источников тока (далее ХИТ). Простейшим примером ХИТ является обычная батарейка, которая может состоять из MnO_2 , служащего катодом, цинкового анода и раствора NH_4Cl , выступающего в роли электролита.

Уравнение окислительно-восстановительной реакции можно записать в виде двух полуреакций: окисления и восстановления, происходящих на аноде и катоде, соответственно. В таком случае в уравнениях полуреакций указывается число участвующих в ней электронов.

1) Определите продукты анодной полуреакции, если известно, что в ней диоксид марганца реагирует с катионом электролита, а в образующемся марганецсодержащем соединении X массовая доля водорода составляет 1,13%.

- A) MnO , Cl_2
- B) $\text{Mn}(\text{OH})_2$, NH_3
- C) MnOOH , NH_3
- D) $\text{Mn}(\text{OH})_3$, Cl_2
- E) Mn_2O_3 , NH_3

2) Определите продукт катодной полуреакции, в которой цинк реагирует с одним из продуктов анодной реакции и образуется комплексный ион Y, имеющий тетраэдрическую геометрию.

- A) Zn^{2+}
- B) $[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$
- C) $\text{Zn}(\text{OH})_2$
- D) $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$
- E) ZnCl_2

В зависимости от используемой кристаллической модификации диоксида марганца и размера его частиц может также образоваться вещество Z, которое является смешанным оксидом шпинельного типа с массовой долей кислорода равной 26,75%.

3) Определите формулу вещества Z и рассчитайте в нем массовую долю металла с меньшим атомным номером.

- A) 22,96%
- B) 27,33%
- C) 45,92%
- D) 22,02%
- E) 52,37%

Щелочная батарейка, как правило, состоит из цинкового стаканчика, внутри которого находится электролит и частицы катодного материала. Представим, что в ходе разряда батареи реагирует 50% катодного материала.

4) Рассчитайте минимальную массу цинкового стаканчика, которая необходима для функционирования аккумулятора, если масса MnO_2 в батарее составляет 10 г.

- A) 13,3 г
- B) 3,76 г
- C) 7,52 г
- D) 1,88 г
- E) 0,940 г

Среднее рабочее напряжение щелочной батарейки (U) равно 1,15 В. Энергию E (в джоулях), связанную с переносом заряда Q (в кулонах) при напряжении U (в вольтах) можно рассчитать следующим образом:

$$E = U \cdot Q$$

Заряд 1 моля заряженных частиц равен 96 485 Кл/моль.

5) Рассчитайте количество энергии, которое может выработать такой ХИТ.

- A) 2410 Дж
- B) 4820 Дж
- C) 6380 Дж
- D) 3190 Дж
- E) 5550 Дж

Задача 2.

Известно, что рыбы при помощи жабр поглощают растворенный в воде кислород. Каждый вид рыб требует определенного количества кислорода для поддержания жизни.

Юный химик решил заняться разведением рыбы. У него уже было все необходимое, включая компрессор, который насыщает воду кислородом. Один литр воды, насыщенной кислородом, юный химик отправил в лабораторию на анализ.

В ходе анализа колбу до краев заполнили исследуемой водой, после чего добавили пару капель концентрированного раствора MnCl_2 и перемешали. Далее добавили ещё пару капель концентрированного раствора KOH и ещё раз перемешали. Образовался белый осадок **X**, который со временем начал темнеть, превращаясь в **Y**.

6) *Определите формулу марганецсодержащего вещества X.*

- A) $\text{Mn}(\text{OH})_3$
- B) $\text{Mn}(\text{OH})_2$
- C) MnO_2
- D) MnOOH
- E) MnCl_2

7) *Определите формулу марганецсодержащего вещества Y.*

- A) $\text{Mn}(\text{OH})_3$
- B) $\text{Mn}(\text{OH})_2$
- C) MnO_2
- D) MnOOH
- E) MnCl_2

Через 15 минут к раствору добавили 1 мл концентрированного раствора KI . После оставили колбу в темном месте. Немного подождав, довели pH анализируемого раствора до слабокислой реакции соляной кислотой.

8) *Определите основные продукты (или продукт) реакции вещества Y с раствором KI в описанных условиях.*

- A) MnO_2 , I^-
- B) MnCl_2 , I_2
- C) $\text{Mn}(\text{OH})_2$, I_2
- D) MnI_2
- E) MnI_3

Аликвоту объемом 100 мл полученного раствора титровали 0,01 М раствором $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Средняя порция титранта составила 2,46 мл.

9) Определите формулу серосодержащего продукта реакции титрования.

A) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_6$

B) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$

C) Na_2SO_3

D) $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$

E) Na_2SO_3

10) Рассчитайте содержание кислорода (в мг $\text{O}_2/\text{л}$) в анализируемой воде.

A) 1,97 мг $\text{O}_2/\text{л}$

B) 3,94 мг $\text{O}_2/\text{л}$

C) 0,985 мг $\text{O}_2/\text{л}$

D) 1,23 мг $\text{O}_2/\text{л}$

E) 2,46 мг $\text{O}_2/\text{л}$

11) Определите каких рыбок можно разводить в воде, используемой юным химиком.

	Рыба	Нижний предел, мг $\text{O}_2/\text{л}$
A	Осётр	1,63
B	Севрюга	2,14
C	Стерлядь	2,79
D	Лосось	1,50
E	Окунь	1,08

Задача 3.

Золото встречается в природе в виде самородков, маленьких частиц в рудах. Для получения чистого золота его обычно растворяют, а после осаждают. Часто делают это методом цианирования.

Измельченную золотую руду обрабатывают раствором цианида калия KCN в присутствии кислорода воздуха, который выступает как окислитель. В результате образуется координационное соединение золота X, в котором комплексный ион имеет линейную геометрию.

12) Определите формулу соединения X.

- A) $K[Au(CN)_4]$
- B) $K_3[Au(CN)_4]$
- C) $K_3[Au(CN)_6]$
- D) $K_2[Au(CN)_2]$
- E) $K[Au(CN)_2]$

Далее из раствора золото осаждают цинковой пылью. В результате образуется другое координационное соединение Y, в котором комплексный ион имеет тетраэдрическую геометрию.

13) Определите формулу соединения Y.

- A) $Au_3[Zn(CN)_4]$
- B) $Zn[Au(CN)_2]_2$
- C) $K_2[Zn(CN)_4]$
- D) $K_4[Zn(CN)_6]$
- E) $KAu[Zn(CN)_4]$

Однако в ювелирных украшениях чистое золото никогда не используют из-за его мягкости. Вместо него используют сплавы золота с другими металлами:

красное золото: 585-я проба Au; 33,5% Cu; 8% Ag;

белое золото: 585-я проба Au; 28,5% Ag; 10% Pd; 3% Zn;

жёлтое золото: 585-я проба Au; 22,5% Cu; 8% Ag; 8,5% Ni; 2,5% Zn.

Представим, что имеется 1,48 г золота, 0,69 г, серебра, 0,24 г палладия и неограниченное количество меди цинка и никеля. Учтите, что чистое золото имеет 999 пробу.

14) Определите массу красного золота, которое можно получить из описанного количества металлов.

- A) 4,42 г
- B) 8,63 г
- C) 2,53 г
- D) 2,40 г
- E) 0,866 г

15) *Определите массу белого золота, которое можно получить из описанного количества металлов.*

- A) 2,42 г
- B) 2,53 г
- C) 8,00 г
- D) 2, 40 г
- E) 1,18 г

16) *Определите массу желтого золота, которое можно получить из описанного количества металлов.*

- A) 2,40 г
- B) 8,63 г
- C) 2,53 г
- D) 6,58 г
- E) 2,79 г

Интересно, что если красное золото раскалить, то после охлаждения оно потемнеет. Белое золото же не изменит свой оттенок.

17) *Используя данные о составе, выберите уравнение химической реакции, которое объясняет потемнение.*

- A) $2\text{Zn} + \text{O}_2 = 2\text{ZnO}$;
- B) $4\text{Ag} + \text{O}_2 = 2\text{Ag}_2\text{O}$;
- C) $4\text{Ag} + 2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = 2\text{Ag}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$;
- D) $2\text{Cu} + \text{O}_2 = 2\text{CuO}$
- E) $4\text{Au} + 3\text{O}_2 = 2\text{Au}_2\text{O}_3$

Достаточно часто кольца из белого и желтого золота приходится уменьшать или увеличивать. В случае уменьшения, из кольца вырезают металлический кусочек необходимого размера и сплавляют оставшуюся часть кольца. В случае белого золота через некоторое время после сплавления место вырезки может покрыться темным налетом. Чтобы этого избежать, шов

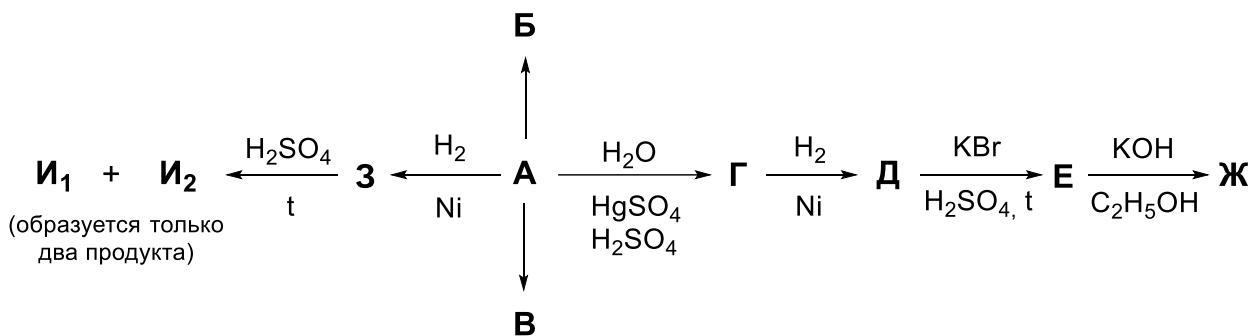
покрывают металлом **Z**, который имеет плотность 12,41 г/см³, гранецентрированную кубическую решетку, а его атом имеет радиус 134 пм.

18) Определите металл **Z**.

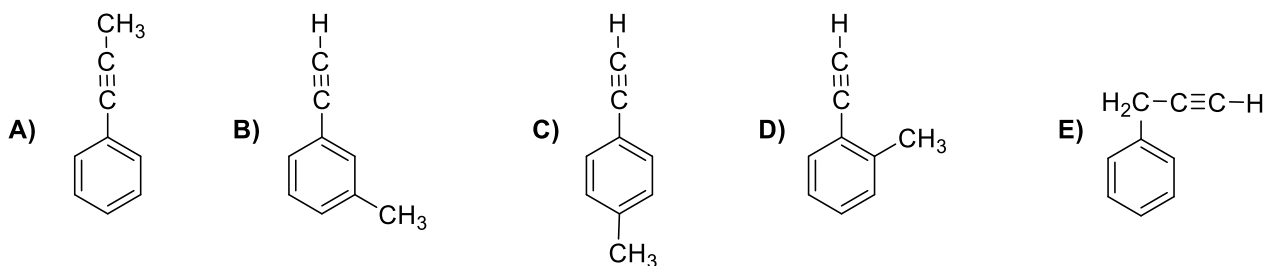
- A) Pt
- B) Pd
- C) Rh
- D) Ir
- E) Ru

Задача 4.

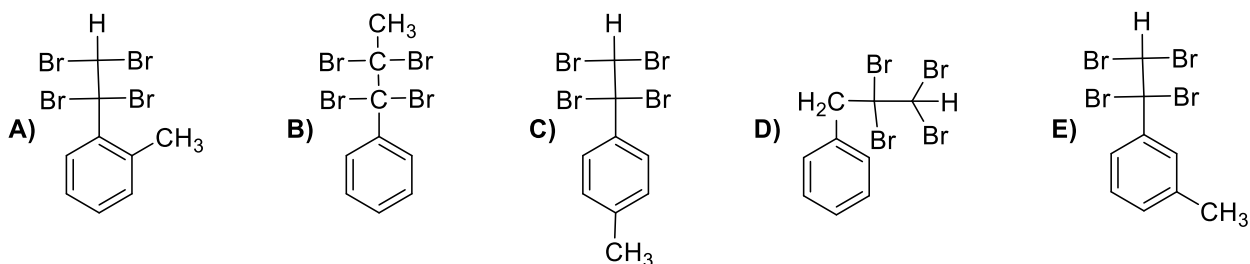
Соединение **A** (брутто-формула C₉H₈) может обесцвечивать бромную воду с образованием продукта **Б**. При воздействии на соединение **A** аммиачным раствором оксида серебра образуется осадок **В**.



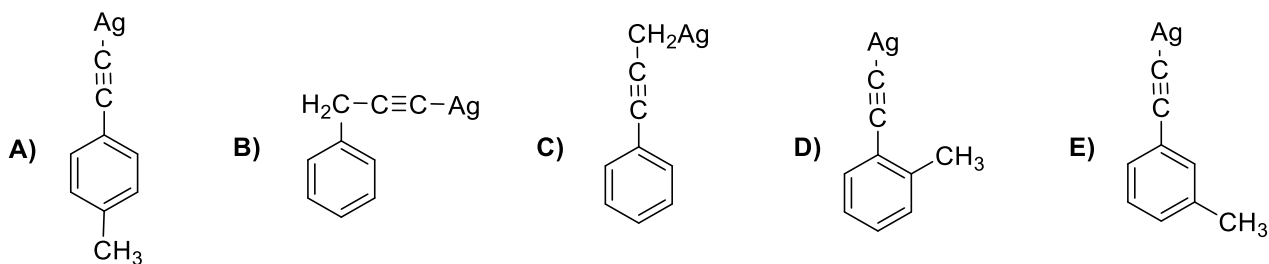
19) Из предложенных структур выберите формулу соединения **A**.



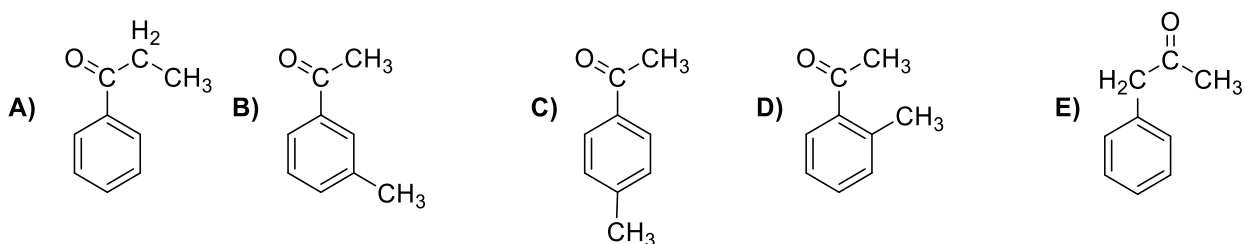
20) Из предложенных структур выберите формулу соединения **Б**.



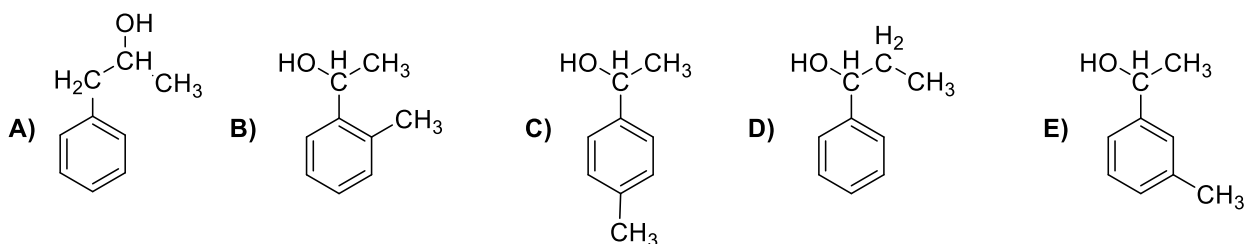
21) Из предложенных структур выберите формулу соединения **В**.



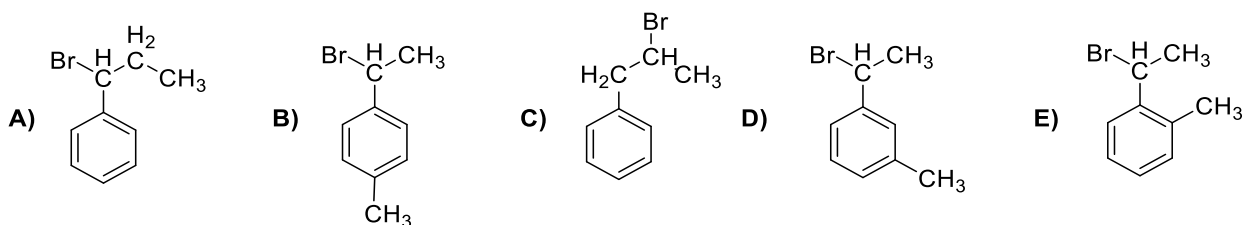
22) Из предложенных структур выберите формулу соединения **Г**.



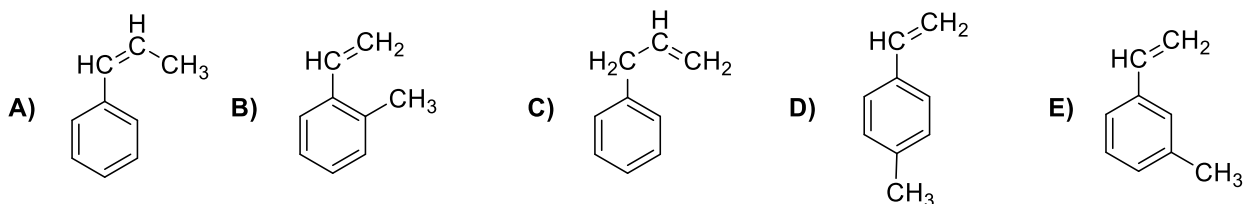
23) Из предложенных структур выберите формулу соединения **Д**.



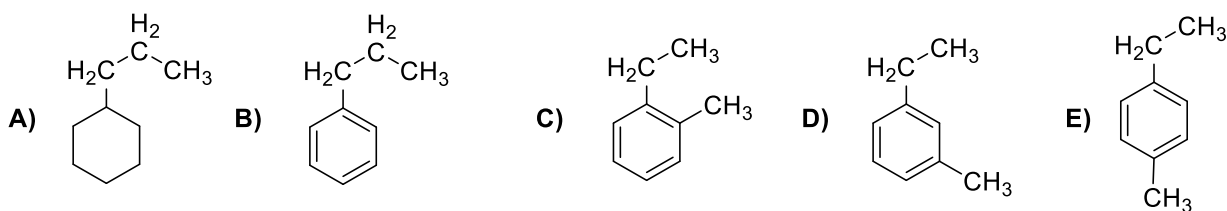
24) Из предложенных структур выберите формулу соединения **Е**.



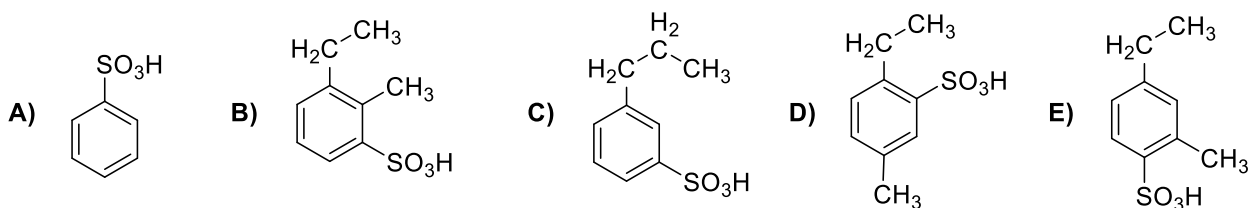
25) Из предложенных структур выберите формулу соединения **Ж**.



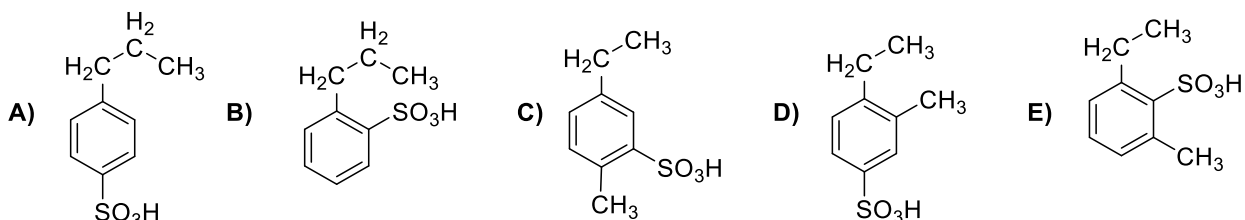
26) Из предложенных структур выберите формулу соединения **З**.



27) Из предложенных структур выберите формулу соединения **И₁**.



28) Из предложенных структур выберите формулу соединения **И₂**.



Задача 5.

В реактор ($V = 1,00$ л, $t = 25,0$ °C) поместили кислород давления $P_0 = 2,00$ атм, после чего пропустили дугу электрического тока. Давление в реакторе, после приведения температуры до исходных значений, стало равно $P = 172252,5$ Па.

29) Выберите уравнение реакции, произошедшей в реакторе.

- A) $2\text{O}_2 \rightarrow 3\text{O}_3$
 B) $2\text{O}_3 \rightarrow 3\text{O}_2$
 C) $\text{O}_2 \rightarrow 2\text{O}$
 D) $3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{O}_3$
 E) $\text{O}_2(\text{газ}) \rightarrow \text{O}_2(\text{жидкость})$

30) Определите мольную долю кислорода в итоговой смеси, полученной в результате реакции.

- A) 64,7%
 B) 0%
 C) 35,3%
 D) 67,8%
 E) 32,2%