

**ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
СПБГПМУ
2023 – 2024 учебный год**

Часть 1

Общая и неорганическая химия

ЗАДАНИЕ 1. Число неспаренных электронов у катиона кобальта(III), находящегося в основном состоянии, равно

- 1) 3 2) 4 3) 5 4) 6

Ответ: 2).

Максимальный балл: 1 балл

ЗАДАНИЕ 2. В высшем оксиде элемента IV группы массовая доля элемента в 1,5 раза больше массовой доли кислорода. Какой это элемент?

Решение.

Формула оксида EO_2 .

$$\omega(\text{E}) + \omega(\text{O}) = 1$$

$$2,5\omega(\text{O}) = 1$$

$$\omega(\text{O}) = 0,4 \Rightarrow M(\text{EO}_2) = 32/0,4 = 80 \text{ г/моль.}$$

$$M(\text{E}) = 80 - 32 = 48 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{E} = \text{Ti}.$$

Максимальный балл: 1 балл

ЗАДАНИЕ 3. Выберите **неверное** высказывание

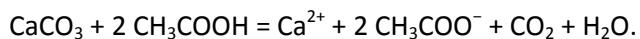
- 1) температура кипения у морской воды выше, чем у чистой;
- 2) температура плавления у морского льда ниже, чем у обычного;
- 3) температура кипения морской воды растёт по мере испарения воды;
- 4) плотности морской воды и чистой воды одинаковы.

Ответ: 4).

Максимальный балл: 2 балла

ЗАДАНИЕ 4. В древней Персии существовал обычай класть в вино, подаваемое почетному гостю, жемчужину. Это делалось, чтобы подтвердить качество вина. В хорошем вине она не изменяла ни свежести, ни влажного блеска, а в прокисшем становилась шершавой и тусклой. Объясните это явление, написав сокращенное ионное уравнение реакции, протекавшей в скисшем вине.

Решение.



Максимальный балл: 2 балла

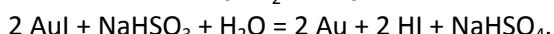
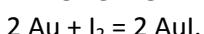
ЗАДАНИЕ 5. При электролизе водного раствора некоторого электролита и на катоде и на аноде выделяется один и тот же газ. Что это за электролит и что это за газ? Ответьте формулами или названиями. Учтите, что возможен не один ответ.

Ответ: муравьиная кислота/ HCOOH , или формиат металла, стоящего левее Mn в «ряду напряжений»/ $\text{M}(\text{HCOO})_x$; водород/ H_2 .

Максимальный балл: 2 балла

ЗАДАНИЕ 6. Капля «иодной настойки», попав на золотое кольцо, образует черное пятно. Протерев кольцо ваткой, смоченной водным раствором гидросульфита натрия, через 10-15 минут можно увидеть, что пятно исчезло. Объясните эти явления, написав уравнения обеих реакций.

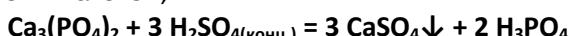
Решение.



Максимальный балл: 2 балла

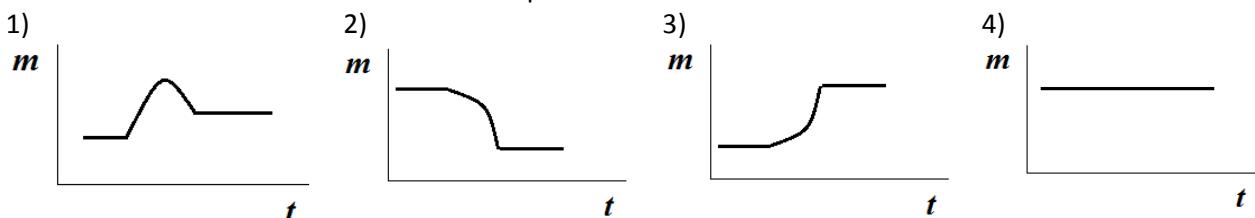
ЗАДАНИЕ 7. Один из промышленных способов получения ортофосфорной кислоты – это обработка минерала фосфорита (ортрафосфат кальция) ... Её получают по реакции, уравнение которой ... Ответьте тремя словами и уравнением реакции.

Ответ: концентрированной серной кислотой,



Максимальный балл: 2 балла

ЗАДАНИЕ 8. Медную пластинку нагревают в печи до образования оксида меди(II). Какой из графиков верно отражает зависимость массы пластиинки m от времени t ?



Ответ: 3).

Максимальный балл: 2 балла

ЗАДАНИЕ 9. Молярная масса вещества, формула которого A_xB_y (А и Б – химические знаки элементов, молярные массы которых равны M_1 и M_2 г/моль соответственно), равна M г/моль, а массовая доля элемента А составляет ω %. Индекс y в формуле вещества может быть найден по следующей формуле

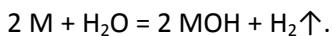
$$1) y = \frac{M\omega}{100M_1} \quad 2) y = \frac{M(100-\omega)}{100M_1} \quad 3) y = \frac{M\omega}{100M_2} \quad 4) y = \frac{M(100-\omega)}{100M_2}$$

Ответ: 4).

Максимальный балл: 5 баллов

ЗАДАНИЕ 10. m г щелочного металла, молярная масса которого равна M г/моль, прореагировало с V мл воды, взятой в избытке. Выразите массовую долю щелочи ω (%) в растворе, образующемся при взаимодействии, через m , M и V .

Решение.



$$m(\text{H}_2\text{O}) = V \text{ г.}$$

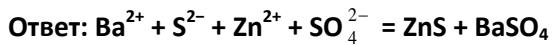
$$m(\text{MOH}) = \frac{m}{M} \cdot (M + 17) = \frac{m(M + 17)}{M}, m(\text{H}_2) = \frac{1}{2} \cdot \frac{m}{M} \cdot 2 = \frac{m}{M}.$$

$$m(\text{p-pa}) = V + m - m(\text{H}_2) = V + m - \frac{m}{M}$$

$$\omega = 100 \cdot \frac{\frac{m(M + 17)}{M}}{(V + m - \frac{m}{M})} = \frac{m(M + 17)}{M(V + m) - m} \cdot 100$$

Максимальный балл: 5 баллов

ЗАДАНИЕ 11. Один из самых известных белых минеральных пигментов называется «литопоном», он представляет собой смесь сульфида цинка и сульфата бария. Сокращенное ионное уравнение его получения – это ... Ответьте уравнением.



Максимальный балл: 2 балла

Часть 2
Органическая химия.

ЗАДАНИЕ 12.

Соединение X состава C_4H_6 обесцвечивает бромную воду, не образует осадка с аммиачным раствором оксида серебра, не имеет пространственных изомеров.

Соединение X – это:

- A) бутадиен-1,3
- Б) циклобутен
- В) бутин-2
- Г) бутин-1

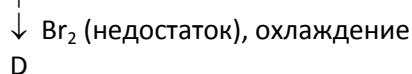
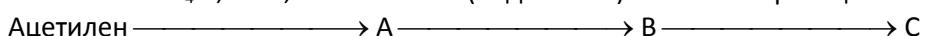
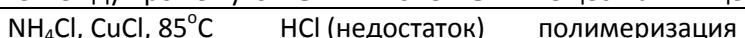
Какой изомер образуется при неполном гидрировании соединения X на палладиевом катализаторе?

- А) транс
- Б) цис

Ответы: В, Б

Максимальный балл: $0.5 + 0.5 = 1$ балл

ЗАДАНИЕ 13. Водолазные костюмы, защищающие организм пловца от воздействия водной среды, изготавливаются из теплоизолирующего полимера С, который может быть получен из ацетилена. Найдите соответствие между промежуточными и конечными веществами в цепочке превращений и их названиями:



D

- A)
- B)
- C)
- D)

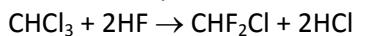
- 1) Этилен
- 2) Хлоропрен
- 3) 4-Хлорбутен-3-ин-1
- 4) 3-Хлорбутин-1
- 5) 3,4-Дибромбутин-1
- 6) Винилацетилен
- 7) 1,2-Дибромбутадиен-1,3
- 8) Поливинилхлорид
- 9) Хлоропреновый каучук

Ответы: А-6, В-2, С-9, D-5

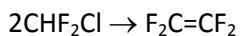
Максимальный балл: $0.5 + 0.5 + 0.5 + 0.5 = 2$ балла

ЗАДАНИЕ 14. Для изготовления искусственных сосудов, сердечных имплантов, протезов в стоматологии, хирургических нитей используется полимер фторопласт. На первой стадии (реакция Свартса) из хлороформа и фтороводорода в присутствии $SbCl_3$ или $SbCl_5$ получают дифторхлорметан («хладон-22»). На второй стадии пиролизом хлордифторметана при $700^\circ C$ и 700 Па получают тетрафторэтилен (перфторэтилен). На третьей стадии полимеризацией тетрафторэтилена получают фторопласт (тэфлон). Выход первой стадии – 60%. Выход второй стадии – 80%. Какой объем хлороформа (в мл) потребуется для синтеза 1 кг тетрафторэтилена? Плотность хлороформа 1.5 г/мл. Ответ (округлить до целых) давать цифрами без указания единиц измерения и без пробелов.

Возможное решение:



$$w = 60\%$$



$$w = 80\% \quad m \text{ (пр.)} = 1000 \text{ г} : 0.8 = 1250 \text{ г}$$

$$n(C_2F_4) \text{ пр.} = m : M = 1250 \text{ г} : 100 \text{ г/моль} = 12.5 \text{ моль} \quad n(CHF_2Cl) = 25 \text{ моль}$$

$$n(CHCl_3) = 25 : 0.6 = 41.67 \text{ моль} \quad m(CHCl_3) = 41.67 \text{ моль} \times 119 \text{ г/моль} = 4958 \text{ гр}$$

$$V(CHCl_3) = m : p = 4958 : 1.5 = 3305.56 \approx 3300 \text{ мл.}$$

Ответ: $V(CHCl_3) \approx 3300 \text{ мл.}$

Ответ: принимать как правильные ответы в диапазоне от 3300 до 3306

Максимальный балл: 5 баллов

ЗАДАНИЕ 15. Сопоставьте формулу химического вещества, его название и область его применения.

1		А	Этилмеркаптан	I	Инсектицидный препарат, используется как средство против чесоточных клещей и при педикулезе
2		Б	Бензилбензоат	II	Желтоватое кристаллическое вещество, основа для бризантных взрывчатых средств
3		В	Тол, тротил	III	Кристаллическое вещество с запахом гуашь, ранее его растворы использовались для асептической обработки помещений
4		Г	Глицин	IV	Бесцветное кристаллическое вещество, запатентованное фирмой «Байер» как противовоспалительное и жаропонижающее средство
5		Д	Аланин	V	Образуется при гидролизе жиров в организме. Участвует в процессе глюконеогенеза – образования глюкозы в печени
6		Е	Анилин	VI	Изменяет цвет в щелочной среде. Ранее широко использовался в качестве слабительного средства («пурген»)
7		Ж	Глицерин	VII	Твердое вещество сладковатого вкуса, растворимое в воде, используется как успокаивающее и ноотропное средство
8		З	Карболовая кислота	VIII	Бесцветная жидкость с ароматом груши, используется как ароматизатор «дюшес»
9		И	Изоамилацетат	IX	Дурнопахнущее вещество, используется как добавка (одорант) к природному газу для фиксации его утечки
10		К	Аспирин	X	Жидкость, не смешиваемая с водой. Используется для производства красителей
11		Л	Фенолфталеин	XI	Природная аминокислота, входящая в состав природных белков. Может быть синтезирована из пропионовой кислоты путем галогенирования по Геллю-Фольгарду-Зелинскому с последующим аминированием

Ответы:

- | | | |
|----|---|------|
| 1 | И | VIII |
| 2 | В | II |
| 3 | А | IX |
| 4 | К | IV |
| 5 | Б | I |
| 6 | З | III |
| 7 | Г | VII |
| 8 | Е | X |
| 9 | Д | XI |
| 10 | Ж | V |
| 11 | Л | VI |

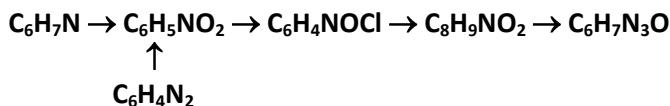
Максимальный балл: $11 \times (0.5 + 0.5) = 11$ баллов

ЗАДАНИЕ 16. Вещество состава $C_3H_7NO_2$, добавки которого повышают спортивные результаты, реагирует с азотистой кислотой с выделением газа, не является оптически активным, при нагревании превращается в вещество $C_3H_4O_2$, которое реагирует с питьевой содой с выделением газа и обесцвечивает водный раствор перманганата калия и бромную воду. Определите строение вещества $C_3H_7NO_2$. Напишите все уравнения реакций (пять реакций), используя структурные формулы органических веществ.

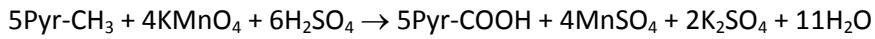
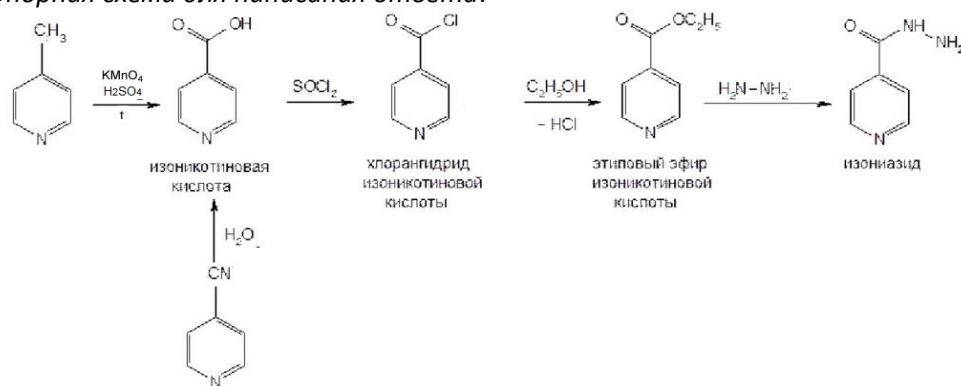
Ответ: вещество состава $C_3H_7NO_2$ - β -аланин

Максимальный балл: 5 баллов

ЗАДАНИЕ 17. Напишите уравнения реакций, которые помогут осуществить все превращения, ведущие к $C_7H_7N_3O$ – лекарственному препарату, используемому при лечении туберкулёза у человека, но являющемуся смертельным ядом для собак (изониазид). В первом уравнении реакции расставьте коэффициенты методом электронного баланса. Используйте структурные формулы органических веществ.



Опорная схема для написания ответа:



Максимальный балл: 5 баллов