

**ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ  
СПбГПУ  
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  $\text{ЭO}_2$ .

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

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

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

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

Максимальный балл: 1 балл

**ЗАДАНИЕ 3.** Выберите **неверное** высказывание

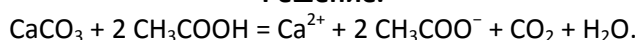
- 1) температура кипения у морской воды выше, чем у чистой;
- 2) температура плавления у морского льда ниже, чем у обычного;
- 3) температура кипения морской воды растёт по мере испарения воды;
- 4) плотности морской воды и чистой воды одинаковы.

**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

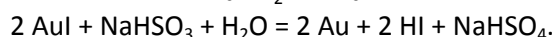
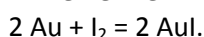
**ЗАДАНИЕ 5.** При электролизе водного раствора некоторого электролита и на катоде и на аноде выделяется один и тот же газ. Что это за электролит и что это за газ? Ответьте формулами или названиями. Учтите, что возможен не один ответ.

**Ответ:** муравьиная кислота/ $\text{НСOОН}$ , или формиат металла, стоящего левее  $\text{Mn}$  в «ряду напряжений»/ $\text{M}(\text{НСOО})_x$ ; водород/ $\text{H}_2$ .

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.

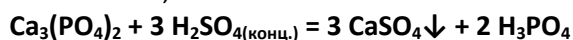
**Решение.**



Максимальный балл: 2 балла

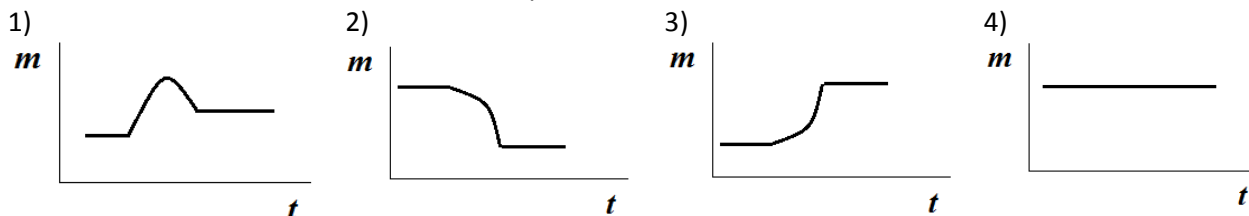
**ЗАДАНИЕ 7.** Один из промышленных способов получения ортофосфорной кислоты – это обработка минерала фосфорита (ортофосфат кальция) ... Её получают по реакции, уравнение которой ... Ответьте тремя словами и уравнением реакции.

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 пластинки  $m$  от времени  $t$ ?



Ответ: 3).

Максимальный балл: 2 балла

**ЗАДАНИЕ 9.** Молярная масса вещества, формула которого  $\text{A}_x\text{B}_y$  ( $\text{A}$  и  $\text{B}$  – химические знаки элементов, молярные массы которых равны  $M_1$  и  $M_2$  г/моль соответственно), равна  $M$  г/моль, а массовая доля элемента  $\text{A}$  составляет  $\omega$  %. Индекс  $y$  в формуле вещества может быть найден по следующей формуле

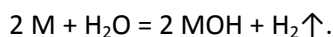
$$1) y = \frac{M\omega}{100M_1} \quad 2) y = \frac{M(100-\omega)}{100M_1} \quad 3) y = \frac{M\omega}{100M_2} \quad 4) y = \frac{M(100-\omega)}{100M_2}$$

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  $\omega$  (%) в растворе, образующемся при взаимодействии, через  $m$ ,  $M$  и  $V$ .

Решение.



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

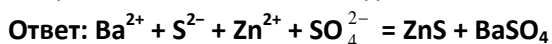
$$m(\text{MOH}) = \frac{m}{M} \cdot (M + 17) = \frac{m(M + 17)}{M}, \quad m(\text{H}_2) = \frac{1}{2} \cdot \frac{m}{M} \cdot 2 = \frac{m}{M}.$$

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

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

Максимальный балл: 5 баллов

**ЗАДАНИЕ 11.** Один из самых известных белых минеральных пигментов называется «лилопоном», он представляет собой смесь сульфида цинка и сульфата бария. Сокращенное ионное уравнение реакции 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: А) 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:

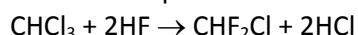
$\text{Ацетилен} \xrightarrow{NH_4Cl, CuCl, 85^\circ C} A \xrightarrow{HCl \text{ (недостаток)}} B \xrightarrow{\text{полимеризация}} C$ $\downarrow Br_2 \text{ (недостаток), охлаждение}$ $D$	
А) В) С) D)	1) Этилен 2) Хлоропрен 3) 4-Хлорбутен-3-ин-1 4) 3-Хлорбутин-1 5) 3,4-Дибромбутин-1 6) Винацетилен 7) 1,2-Дибромбутадиен-1,3 8) Поливинилхлорид 9) Хлоропеновый каучук

Ответы: А-6, В-2, С-9, D-5

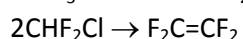
Максимальный балл:  $0.5 + 0.5 + 0.5 + 0.5 = 2$  балла

**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 (тефлон). 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:



$$w = 60\%$$



$$w = 80\%$$

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

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

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

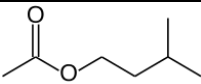
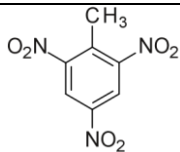
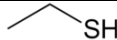
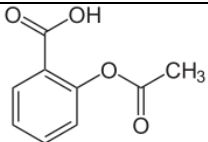
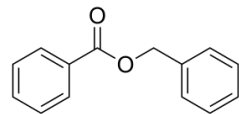
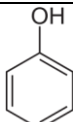
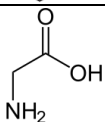

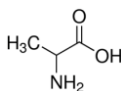
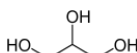
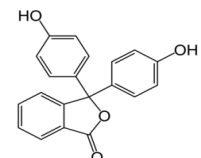
$$V(CHCl_3) = m : \rho = 4958 : 1.5 = 3305.56 \approx 3300 \text{ мл.}$$

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

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 гуаши, 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

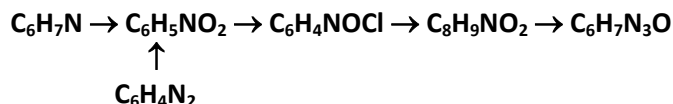
Максимальный балл: 11 x (0.5 + 0.5) = 11 баллов

**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 пищевой 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.

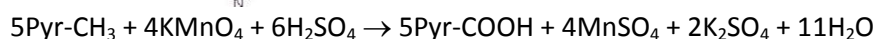
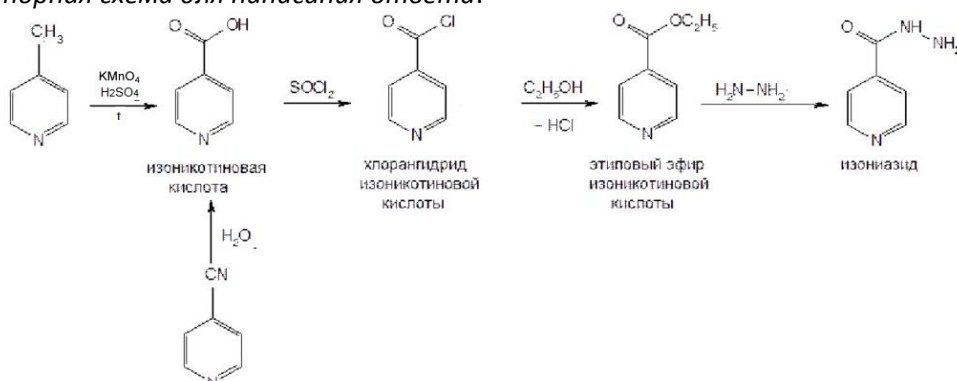
Ответ: вещество состава  $C_3H_7NO_2$  -  $\beta$ -аланин

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