

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ХИМИЯ. 2020–2021 уч. г.
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 11 КЛАСС

Задания, ответы и критерии оценивания

1. В атоме химического элемента число $3d$ -электронов в 2 раза больше, чем в его трёхзарядном ионе. Обе частицы находятся в основном состоянии. Определите элемент, в ответ запишите его порядковый номер в Периодической системе.

Ответ: 22.

Критерии оценивания: 3 балла.

2. Выберите продукты, которые образуются при окислении стирола (винилбензола) подкисленным раствором перманганата калия. Сколько молей перманганата калия потребуется для окисления 5 молей стирола? В ответе приведите целое число.

- | | |
|-------------------|----------------------|
| 1) фенол | 2) бензойная кислота |
| 3) бензоат калия | 4) карбонат калия |
| 5) ацетальдегид | 6) метанол |
| 7) углекислый газ | 8) уксусная кислота |

Ответ: 2, 7; 10 моль.

Критерии оценивания: 3 балла, по 1 балла за каждый правильный Ответ: За каждый неправильный выбор – минус 0,5 балла, но не меньше 0.

3. Ацетилен с кислородом в объёмном соотношении 1 : 3 поместили в замкнутый сосуд при 25 °С и подожгли. После окончания реакции сосуд охладили до первоначальной температуры. Во сколько раз уменьшилось давление в сосуде после реакции? Ответ приведите с точностью до десятых.

Ответ: 1,6.

Критерии оценивания: 3 балла.

4. Расположите следующие кислоты в порядке увеличения силы:

- 1) бензойная
- 2) пара-метоксибензойная
- 3) пара-нитробензойная
- 4) пара-метилбензойная
- 5) пара-хлорбензойная

Ответ: 24153.

Критерии оценивания: 4 балла, за варианты 42153, 42135– 1 балл, за 24135 – 2 балла.

5. Белое вещество X зеленеет при длительном контакте с воздухом. При взаимодействии вещества X с хлором образуется бинарное соединение Y, водный раствор которого окрашен в голубой цвет. Если поместить в раствор Y кусочек алюминия, то наблюдается выпадение осадка простого вещества Z. Нагревание эквимольной смеси Y и Z даёт вещество X. Приведите формулу вещества X. При вводе ответа используйте английскую раскладку клавиатуры. (Пример: K2SO4)

Ответ: CuCl.

Критерии оценивания: 4 балла.

6. Анилин ввели последовательно в следующие реакции: 1) уксусная кислота, кипячение; 2) HNO₃(конц.)/H₂SO₄(конц.); 3) Fe, HCl; 4) NaOH, H₂O, кипячение. Определите финальный органический продукт. В качестве ответа приведите его относительную молекулярную массу с точностью до целых.

Ответ: 108.

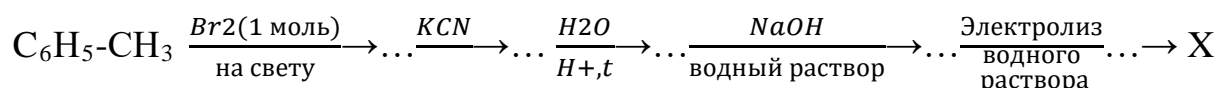
Критерии оценивания: 4 балла.

7. Бесцветный ядовитый газ X состоит из трёх элементов, он в 15 раз тяжелее гелия. При сгорании X образуются только два кислотных газа, и при гидролизе X образуются только два кислотных газа. Установите формулу X и запишите её в ответ (запишите формулу латинскими буквами, например: C2H6).

Ответ: COS или CSO или OCS или SCO

Критерии оценивания: 4 балла

8. Определите молекулярную формулу органического вещества X, полученного по схеме:



В ответ запишите молекулярную формулу X. При вводе ответа используйте английскую раскладку клавиатуры (например, C2H6O2).

Ответ: C14H14.

Критерии оценивания: 4 балла

9. При гидрировании одноатомного непредельного спирта с одной двойной связью образуется соединение, в котором массовые доли углерода и кислорода уменьшились на 1,59 % и 0,42 % соответственно по сравнению с исходным соединением. Установите молекулярную формулу исходного спирта. В ответ запишите его относительную молекулярную массу с точностью до целых.

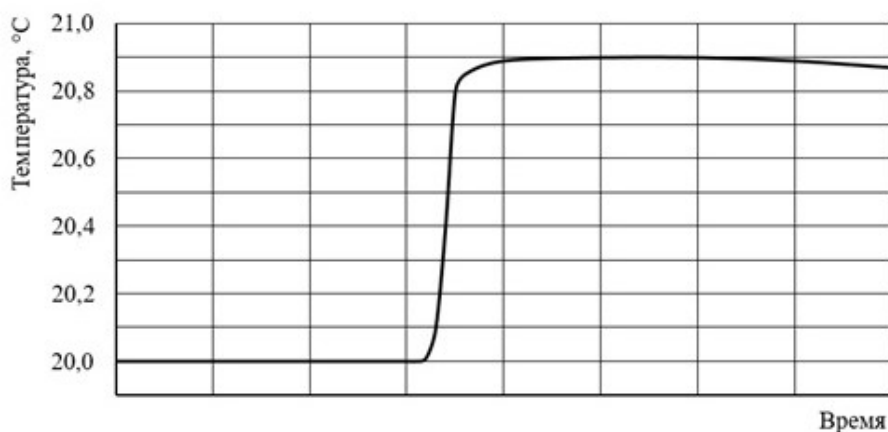
Ответ: 86.

Критерии оценивания: 5 баллов.

10. В 1819 г. французские физики Пьер Луи Дюлонг и Алексис Перез Пти экспериментально установили, что: «...произведение удельной теплоёмкости и атомного веса для простых тел в кристаллическом состоянии является величиной почти постоянной». Согласно этому эмпирическому закону молярная теплоёмкость большинства металлов при комнатной температуре близка к $3R$, где R – универсальная газовая постоянная.

Школьники получили образец некоторого металла. Для его идентификации они решили измерить удельную теплоёмкость этого металла, а затем, применив закон Дюлонга и Пти, рассчитать примерное значение его молярной массы.

Образец исследуемого металла массой 42,2 г они нагрели до 95°C и поместили в калориметр, заполненный водой. Зависимость температуры воды в калориметре от времени показана на графике.



Масса воды в калориметре – 100 г, удельная теплоёмкость воды – $4,18 \frac{\text{Дж}}{\text{г}\cdot\text{K}}$, постоянная калориметра – $60 \frac{\text{Дж}}{\text{K}}$. Дополнительно известно, что наиболее распространённая степень окисления металла в соединениях равна +5.

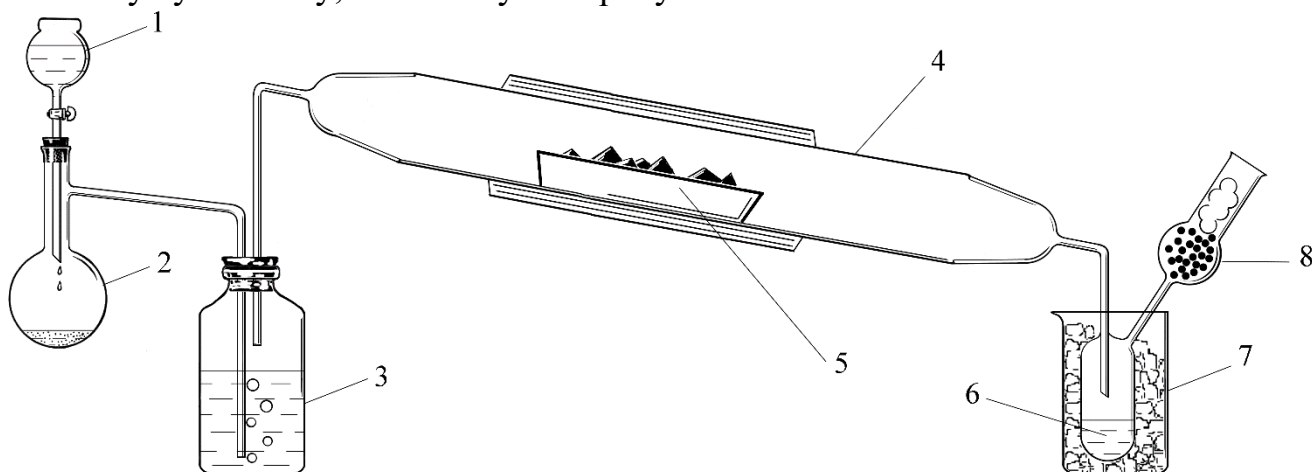
Определите, какой металл исследовали школьники. В поле ответа введите порядковый номер этого металла.

Ответ: 73.

Критерии оценивания: 6 баллов.

11. В 1856 г. знаменитый французский химик Анри Этьен Сент-Клер Девиль разработал метод получения кристаллической модификации простого вещества X_1 . Ранее, в 1823 г. шведский химик Йенс Якоб Берцелиус получил аморфную модификацию этого элемента.

Девиль сначала превращал аморфную форму вещества X_1 в соединение X_2 , используя установку, показанную на рисунке.



В колбу 2 к кристаллическому перманганату калия добавляли концентрированную соляную кислоту из капельной воронки 1. В результате реакции выделялся газ X_3 . Этот газ пропускали через концентрированную серную кислоту в склянке 3. Затем газ X_3 поступал в термостойкую трубку-реактор 4, в которой находилась лодочка 5 с порошком X_1 . Ту часть трубки 4, где находилась лодочка 5, сильно нагревали. Продукт реакции – X_2 – конденсировался в сосуде-приемнике 6 в виде бесцветной прозрачной жидкости. Для охлаждения приемника использовали ледяную баню 7. Чтобы избежать взаимодействия X_2 с водяными парами воздуха, к приемнику присоединяли хлоркальциевую трубку 8.

Продукт реакции X_2 аккуратно перегоняли, а затем его пары медленно пропускали над расплавом вещества X_4 . По окончании реакции остывший плав охлаждали и помещали в соляную кислоту. Избыток X_4 полностью растворялся, а на дне реакционного сосуда Девиль обнаружил кристаллы вещества X_1 .

Известно, что простые вещества X_1 и X_4 образованы элементами, которые входят в первую тройку по распространенности в земной коре.

В таблице приведены формулы различных веществ.

1) H_2	3) HCl	5) Zn	7) SiO_2
2) Cl_2	4) Si	6) Al	8) $SiCl_4$

Какие из приведённых в таблице веществ соответствуют X_1 – X_4 ? В ответе запишите порядковые номера эти веществ.

Ответ:	X_1	X_2	X_3	X_4
	4	8	2	6

Критерии оценивания: 4 балла – по 1 баллу за каждое вещество.

12. В смеси двух ближайших гомологов предельных монокарбоновых кислот количество вещества низшего гомолога в пять раз больше, чем высшего. Эту смесь массой 37,4 г нагрели с избытком метанола в присутствии каталитического количества серной кислоты. После перегонки получили 30,3 г смеси сложных эфиров. Выход сложного эфира, образованного низшим гомологом карбоновой кислоты, составил 70 %, а выход продукта этерификации более тяжёлой кислоты – 50 %. Определите качественный и количественный состав исходной смеси. В ответ запишите число атомов углерода в низшем гомологе и количество вещества низшего гомолога (в моль) с точностью до десятых.

Ответ: 2; 0,5.

Критерии оценивания: 6 баллов – по 3 балла за каждый правильный ответ.

Всего – 50 баллов.