

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ХИМИЯ. 2021–2022 уч. г.
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 10 КЛАСС
Задания, ответы и критерии оценивания

1. В формалине, представляющем собой водный раствор формальдегида H_2CO , на два атома углерода приходится 15 атомов водорода. Рассчитайте массовую долю формальдегида в растворе (в %, с точностью до целых).

Ответ: 38 (принимается диапазон от 37 до 38).

3 балла

2. Вещество А содержит атомы хлора, углерода и ещё одного элемента. Содержание хлора в веществе составляет 50 % по числу атомов и 71,71 % по массе. Определите вещество А, в ответе укажите общее число химических связей в его молекуле (двойную связь считайте за 2 связи).

Ответ: 4.

4 балла

3. К 25 мл смеси метана и пропана добавили 95 мл кислорода (избыток) и подожгли. После окончания реакции и конденсации паров воды объём газовой смеси составил 60 мл. Определите состав исходной смеси углеводородов. В ответ запишите объёмную долю метана (в %, с точностью до целых).

Ответ: 60.

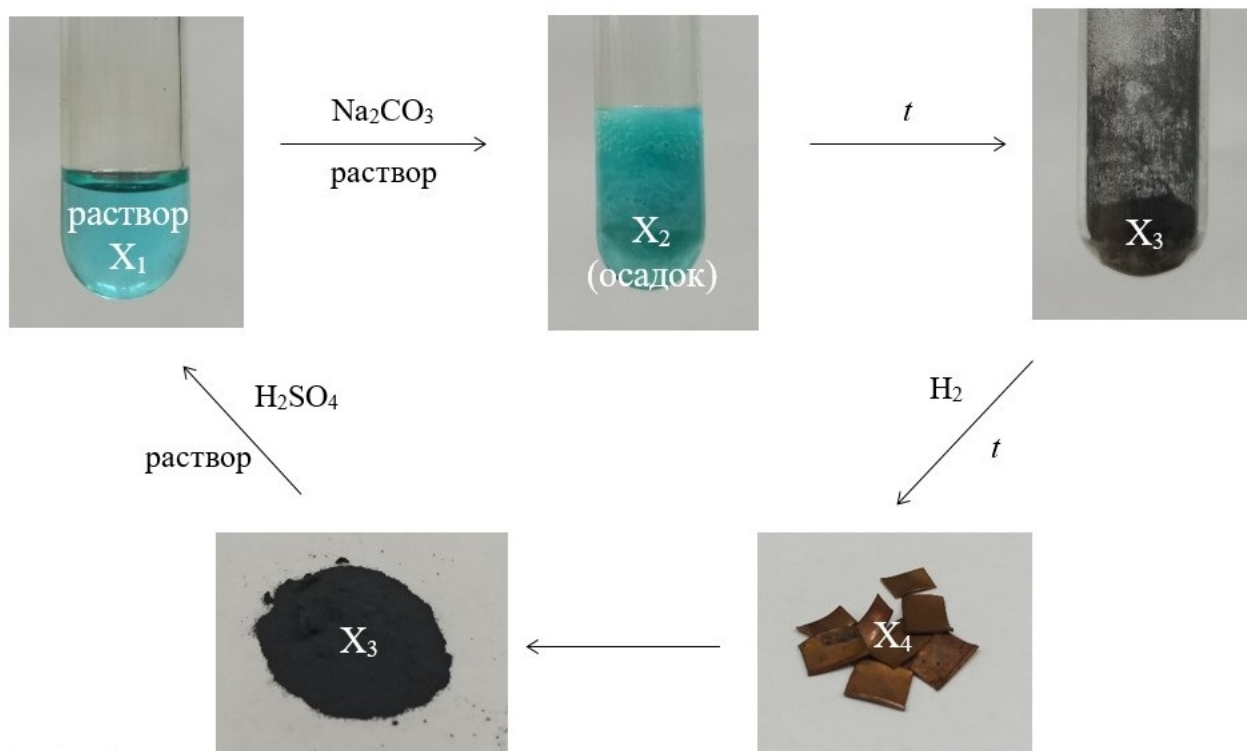
4 балла

4. При взаимодействии графита с сильными окислителями образуется «оксид графита» – вещество переменного состава, который зависит от условий окисления. Один из оксидов графита содержит 16,0 % кислорода по массе, остальное – углерод. Сколько атомов углерода приходится на один атом кислорода в таком оксиде? Ответ представьте в виде целого числа.

Ответ: 7.

3 балла

5. Ниже приведена цепочка превращений. Идентифицируйте все **окрашенные** вещества (X_1 – X_4), в ответе укажите их формулы. Вещество X_2 не содержит серы.



Ответ:

	X_1	X_2	X_3	X_4
Вещество	CuSO_4	$(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ или $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ или $\text{Cu}_2\text{H}_2\text{CO}_5$	CuO	Cu

4 балла – по 1 баллу за каждое вещество.

6. В трёх пронумерованных пробирках находятся растворы индивидуальных веществ, образованных ионами CO_3^{2-} , Cl^- , H^+ , Na^+ . Ниже представлены результаты попарного смешивания содержимого пробирок.

№ пробирки	1	2	3
1	×	нет видимых признаков реакции	при медленном прикапывании содержимого первой пробирки в третью через некоторое время наблюдалось выделение газа
2	нет видимых признаков реакции	×	нет видимых признаков реакции
3	при медленном прикапывании содержимого третьей пробирки в первую сразу наблюдалось выделение газа	нет видимых признаков реакции	×

Установите формулу растворённого вещества в каждой из пробирок.

Ответ: 1 – HCl ; 2 – NaCl ; 3 – Na_2CO_3 .

3 балла – по 1 баллу за каждое вещество.

7. Октановое число – показатель, который характеризует детонационные свойства бензина. В качестве эталона взята смесь изооктана и *n*-гептана. Октановое число соответствует содержанию (в процентах по объёму) изооктана в эталонной смеси. В большинстве случаев марка бензина совпадает с его октановым числом.

Смесь изооктана и *n*-гептана, соответствующую 95-му бензину, перевели в газообразное состояние при 85 °С. Рассчитайте объём углекислого газа (в л), который выделится при полном сгорании 100 л этой смеси. Примите, что объёмные доли газов не меняются при переходе смеси из жидкого в газообразное состояние. В ответ запишите число, округлив его до целого значения.

Ответ: 795.

4 балла

8. Неизвестный углеводород **X** существует в виде двух геометрических изомеров. Он обесцвечивает раствор брома в четырёххлористом углероде и раствор перманганата калия. При гидратации **X** образуется одноатомный спирт. Окисление углеводорода **X** хромовой смесью (дихромат калия + серная кислота) приводит к образованию единственного органического продукта – пропионовой кислоты. Определите структуру углеводорода. В ответ запишите его систематическое название с маленькой буквы (пример: бутен-1), а также сумму коэффициентов в уравнении реакции окисления **X** хромовой смесью (коэффициенты – минимальные натуральные числа).

Ответ: название углеводорода (с маленькой буквы) – гексен-3 2 балла
 сумма коэффициентов – 53 3 балла

Всего 5 баллов.

9. Одной из самых узнаваемых картин Леонардо да Винчи, конечно же, является «Мона Лиза». Интересно, что до сих пор не известен точный химический состав красок, которые использовал великий художник. В первую очередь, это связано с тем, что никакие механические манипуляции не могут быть применены к картине. Однако, французские учёные при помощи рентгенофлуоресцентного анализа установили, что для написания Джоконды Леонардо да Винчи использовал краски с необычайно большим количеством соединений металла **X**. И это неудивительно, так как добавление оксида металла **X** в пигмент придаёт ему характерный коричневый оттенок.

При полном разложении нитрата металла **X**, в котором содержание последнего равна 30,73 % по массе, потеря массы составляет 51,40 %.

- Определите металл **X**, в ответ запишите его порядковый номер.
- Рассчитайте объём газа (л, н. у.), который образуется при разложении 44,75 г нитрата металла **X**. В ответ запишите число, округлив его до десятых.

Ответ: порядковый номер **X** – 25 3 балла
 объём газа (л, н. у.) – 11,2 2 балла

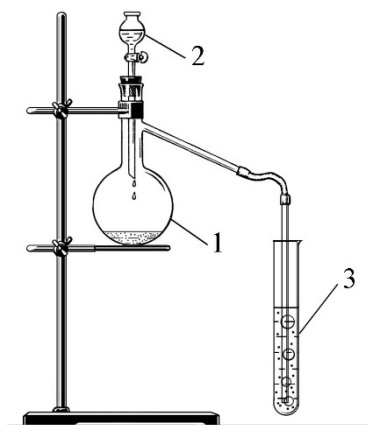
Всего 5 баллов.

10. Вещество А, состоящее из двух химических элементов, можно получить несколькими способами.

Первый способ. В воде растворяют медный купорос и хлорид натрия. В полученный раствор вносят тонкий порошок меди. Раствор обесцвечивается, при разбавлении водой выпадает осадок вещества А белого цвета.

Второй способ. В горячий раствор медного купороса и хлорида натрия вносят сульфит натрия. В результате реакции выпадает осадок вещества А.

С веществом А провели следующий эксперимент. В колбу Вюрца (см. рисунок) поместили кристаллы перманганата калия. Из капельной воронки 2 в колбу добавляли концентрированный раствор вещества Б. В результате взаимодействия выделялся газ В – простое вещество, имеющее жёлто-зелёную окраску и резкий запах. Газ В пропускали в пробирку 3 с водной суспензией вещества А. При взаимодействии эквивалентных количеств веществ А и В образуется только одно вещество Г.

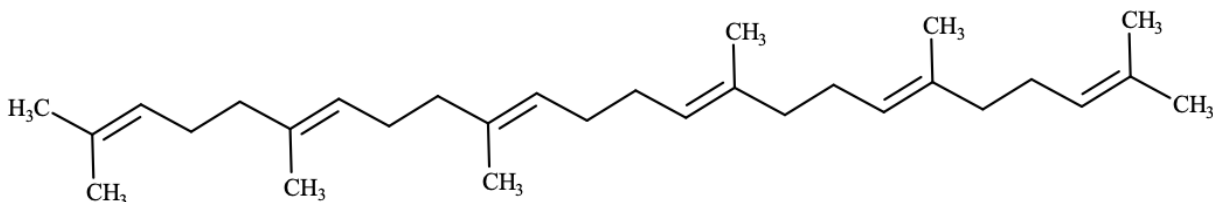


Определите вещества А–Г. В поля для ответов введите соответствующие химические формулы. Химические знаки необходимо вводить, используя английскую раскладку клавиатуры. Пример: P2O5.

Ответ:	А	Б	В	Г
	CuCl	NaCl	Cl ₂	CuCl ₂

4 балла – по 1 баллу за каждую правильную формулу.

11. На рисунке ниже представлена формула углеводорода X, принадлежащего к группе каротиноидов. Он был найден во многих растительных и животных тканях, в частности – в печени акулы. Данное соединение является промежуточным в биологическом синтезе стероидов.



Рассчитайте молярную массу X (в г/моль). В ответ введите число, округлив его до целого значения (молярные массы углерода и водорода примите равными 12 г/моль и 1 г/моль соответственно).

Рассчитайте максимальный объём водорода (л, н. у.), который может прореагировать с 102,5 г углеводорода X. В ответ запишите число, округлив его до десятых.

Ответ: молярная масса X (г/моль) – 410 3 балла
объём водорода (л, н. у.) – 33,6 2 балла

Всего 5 баллов.

12. Металл А – редкий рассеянный элемент. При комнатной температуре в виде компактного слитка металл А устойчив на воздухе. Однако, при нагревании в виде порошка загорается с образованием оксида Б. Оксид Б – летучее гигроскопичное соединение. При взаимодействии Б с водой образуется одноосновная сильная кислота В. Кислота В существует только в водных растворах. Теоретически из 9,31 г металла А можно получить 12,11 г оксида Б и 12,56 г кислоты В. Для нейтрализации этого количества кислоты требуется 2,00 г гидроксида натрия.

Определите вещества А–В. В поля для ответов введите соответствующие химические знаки, молекулярные формулы. Химические знаки необходимо вводить, используя английскую раскладку клавиатуры. Пример: P2O5.

Ответ:	А	Б	В
	Re	Re2O7	HReO4

По 2 балла за каждый верный ответ. Итого 6 баллов.

Всего 50 баллов.