

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ХИМИЯ. 2021–2022 уч. г.

ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 11 КЛАСС

Задания, ответы и критерии оценивания

1. Теплоты образования углекислого газа и угарного газа равны 394 кДж/моль и 110 кДж/моль соответственно. При сгорании 12 г углерода в недостатке кислорода выделилось 323 кДж теплоты. Чему равна плотность полученной газовой смеси по водороду? Ответ приведите с точностью до целых.

Ответ: 20.

4 балла

2. Две навески железа одинаковой массы растворили в серной кислоте: одну навеску – в разбавленной, другую – в концентрированной (при нагревании). В первом опыте выделилось 4 л газа. Сколько литров газа выделилось во втором опыте? Считайте, что объёмы измерены при одинаковых условиях. Ответ запишите с точностью до целых.

Ответ: 6.

3 балла

3. С помощью каких реагентов можно различить растворы бензойной кислоты и *m*-крезола (3-метилфенола)? Укажите все правильные варианты.

1) Na

2) $\text{NaHCO}_3/\text{H}_2\text{O}$

3) $\text{NaOH}/\text{H}_2\text{O}$

4) $\text{FeCl}_3/\text{H}_2\text{O}$

5) $\text{Br}_2/\text{H}_2\text{O}$

Ответ: 2, 4, 5.

3 балла – по 1 баллу за каждый правильный ответ, минус 1,5 балла за каждый неправильный

4. Органическое соединение X представляет собой бесцветное кристаллическое вещество, умеренно растворимое в холодной воде, но хорошо растворимое в горячей. X обладает слабыми кислотными свойствами: при взаимодействии со щёлочью происходит реакция нейтрализации, однако при взаимодействии с карбонатом натрия выделение углекислого газа не наблюдается. При добавлении к водному раствору X бромной воды мгновенно выпадает белый осадок. При взаимодействии X с солями железа(III) наблюдается тёмно-фиолетовое окрашивание. Вещество X используется для производства пластмасс, объём его производства превышает 8 млн тонн в год. Определите вещество X, в ответ запишите его русское название с строчной буквы.

Ответ: фенол (засчитывать также «гидроксibenзол», «1-гидроксibenзол», «карболовая кислота»).

4 балла

5. В молекуле бензола длина связи С–С составляет 1,39 Å, а длина связи С–Н 1,09 Å. Выберите все диаметры круглых пор, сквозь которые сможет пройти молекула бензола.

- | | |
|----------|----------|
| 1) 2,7 Å | 2) 3,2 Å |
| 3) 4,4 Å | 4) 4,7 Å |
| 5) 5,2 Å | 6) 6,1 Å |
| 7) 9,5 Å | |

Ответ: 5, 6, 7.

3 балла – по 1 баллу за каждый правильный ответ. Минус 2 балла за каждый неправильный ответ (но не меньше 0).

6. Установите соответствие между продуктом и реагентами, с помощью которых этот продукт может быть получен из ацетона:

ПРОДУКТ

РЕАГЕНТЫ

- | | |
|----------------------|--|
| А) пропанол-2 | 1) CH_3OH , H^+ |
| Б) пропан | 2) $\text{HNO}_{3(\text{конц.})}$, t |
| В) уксусная кислота | 3) LiAlH_4 |
| Г) 2-метилпропанол-2 | 4) 1. CH_3MgBr ; 2. H_2O |
| | 5) N_2H_4 , KOH , t |

Ответ:	А	Б	В	Г
	3	5	2	4

4 балла – по 1 баллу за каждый правильный ответ.

7. Лактальбумин – важный кальций-связывающий белок сыворотки коровьего молока. Его молекулярная масса равна 14 178 Да (1 Да = 1 а.е.м.). При полном гидролизе 10,380 г этого белка было получено 12,475 г смеси аминокислот. Сколько аминокислотных остатков входит в состав молекулы лактальбумина? В ответ введите целое число.

Ответ: 160 (принимается диапазон от 155 до 165).

4 балла

8. Массовые доли углерода и водорода в неизвестном соединении А равны соответственно 88,23 % и 11,77 %. Это соединение обесцвечивает раствор брома в четырёххлористом углероде и раствор перманганата калия, но не вступает в реакцию Кучерова. В присутствии катализатора Циглера – Натта соединение А превращается в полимер В, имеющий молярную массу 136 000 г/моль. Определите неизвестное соединение А, в ответ запишите его молекулярную формулу. Чему равна степень полимеризации в полимере В? Приведите ответ в виде целого числа.

Ответ: формула А – C_5H_8 (C_5H_8)

3 балла

степень полимеризации – 2000

2 балла

Всего 5 баллов.

9. Кислородсодержащее соединение X имеет в своём составе одно бензольное кольцо и содержит 25,8 % кислорода по массе. При взаимодействии 6,2 г этого соединения с избытком натрия выделяется 1,12 л (н. у.) водорода. При сжигании такой же навески соединения в избытке кислорода образуется углекислый газ, объём которого в 7 раз больше объёма водорода, выделившегося в реакции с натрием. Определите молекулярную формулу X и запишите её в ответ (пример: C₂H₄O₂). Сколько изомеров X удовлетворяют условию задачи?

Ответ: молекулярная формула – C₇H₈O₂

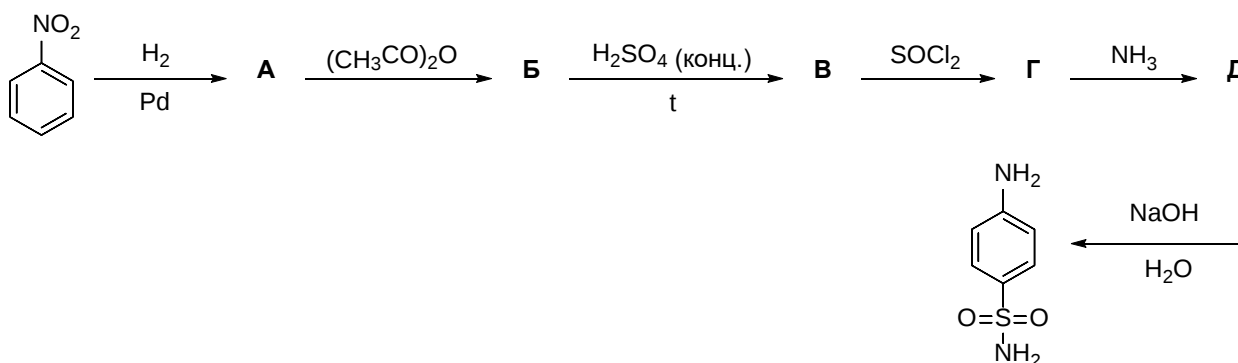
2 балла

число изомеров – 9

3 балла

5 баллов (2 балла за формулу, 3 балла за число изомеров).

10. Сульфаниламиды – одни из первых синтетических антибиотиков широкого спектра действия. Ниже представлен синтез некоторого сульфаниламида из нитробензола:



Укажите молярные массы промежуточных продуктов А–Д с точностью до целых.

M(A) = ... г/моль

M(B) = ... г/моль

M(C) = ... г/моль

M(D) = ... г/моль

M(E) = ... г/моль

Ответ:

M(A) = 93 г/моль

M(B) = 135 г/моль

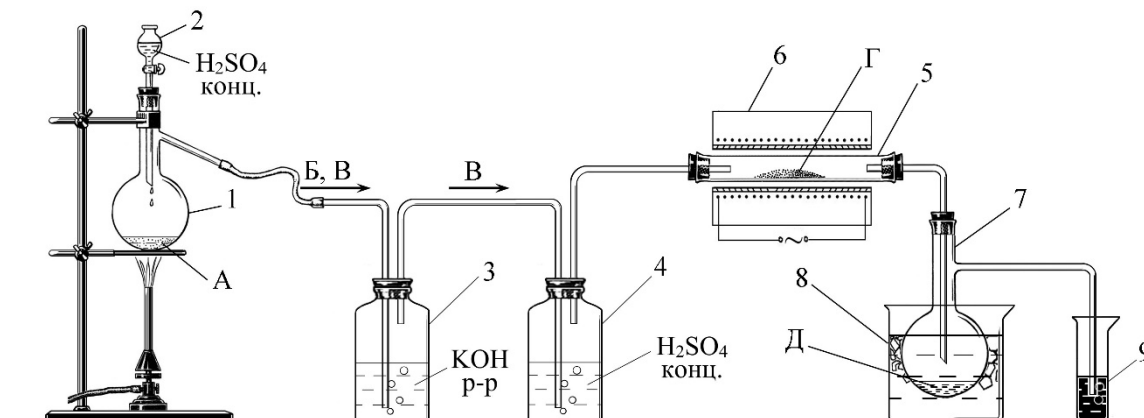
M(C) = 215 г/моль

M(D) = 234 г/моль (засчитывать также 233)

M(E) = 214 г/моль

5 баллов – по 1 баллу за каждый правильный ответ.

11. В лаборатории собрали прибор, как показано на рисунке.



В колбу Вюрца 1 поместили кристаллы карбоновой кислоты А. Капельную воронку 2 заполнили концентрированной серной кислотой. В промывную склянку 3 налили крепкий раствор гидроксида калия, в склянку 4 – концентрированную серную кислоту. В трубку-реактор 5 поместили металл Г в виде тонкой губки. Весь прибор предварительно продули аргоном, чтобы полностью вытеснить воздух.

К кристаллам вещества А добавили концентрированную серную кислоту, и смесь нагрели, из реакционной смеси выделились два газа: Б и В. В склянке 3 газ Б полностью поглотился. Газ В осушили в склянке 4 и направили в трубку 5 для реакции с металлом Г. В трубке-реакторе 5 поддерживали оптимальную температуру с помощью термостата 6. В результате реакции между веществами Г и В образовалось вещество Д, пары которого поступали в колбу 7, охлаждаемую в ледяной бане 8. При охлаждении пары Д конденсировались в бесцветную, чрезвычайно токсичную и огнеопасную жидкость. Для предотвращения контакта системы с воздухом конец газоотводной трубки из колбы 7 был опущен в пробирку 9 с ртутью.

Известны молярные массы веществ А–Д, см. таблицу.

Вещество	А	Б	В	Г	Д
Молярная масса, г/моль	90,0	44,0	28,0	58,7	170,7

Определите вещества А–Д. В поля для ответов введите соответствующие химические знаки, молекулярные формулы. Химические знаки необходимо вводить, используя английскую раскладку клавиатуры. Примеры: P2O5, C2H4O2.

	А	Б	В	Г	Д
Ответ:	C2H2O4 или H2C2O4	CO2	CO	Ni	Ni(CO)4 или NiC4O4

По 1 баллу за каждый верный ответ. Всего 5 баллов.

12. Простое вещество А – ценный химический реактив. Аккуратные и рачительные лаборанты заботятся о том, чтобы регенерировать А из того, что остаётся после практических занятий. Для этого готовят раствор, содержащий сульфит натрия и соль Б. Соль Б – сульфат некоторого двухвалентного металла. Вещества, которые остались после опытов и содержат А, помещают в приготовленный раствор. В результате реакции выпадает осадок бинарного вещества В белого цвета. Вещество В отфильтровывают, промывают, а затем обрабатывают концентрированной азотной кислотой. Через некоторое время после реакции с кислотой отстаивается осадок А, который легко отделить от раствора и снова пустить в дело.

Теоретически для реакции с 25,4 г вещества А требуется 25,2 г сульфита натрия и 32,0 г вещества Б (в расчёте на безводную соль). В результате реакции образуется 38,1 г вещества В. Соединения Б и В содержат один и тот же металл. Массовая доля этого металла в Б составляет 39,9 %; в В – 33,4 %.

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

Составьте уравнение реакции В с азотной кислотой, считая, что последняя восстанавливается до оксида азота(IV). В ответ запишите отношение коэффициента при HNO_3 к коэффициенту при веществе В.

	А	Б	В
Ответ:	I ₂	CuSO ₄	CuI

Отношение коэффициентов = 4.

По 1 баллу за каждое вещество. 2 балла за отношение коэффициентов.
Итого 5 баллов.

Всего – 50 баллов.