

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. 2021–2022 уч. г.  
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 11 КЛАСС

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.

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.

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

- 1) Na
- 2) NaHCO<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O
- 3) NaOH/H<sub>2</sub>O
- 4) FeCl<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O
- 5) Br<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O

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.

5. В молекуле бензола длина связи C–C составляет 1,39 Å, а длина связи C–H 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 |          |

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

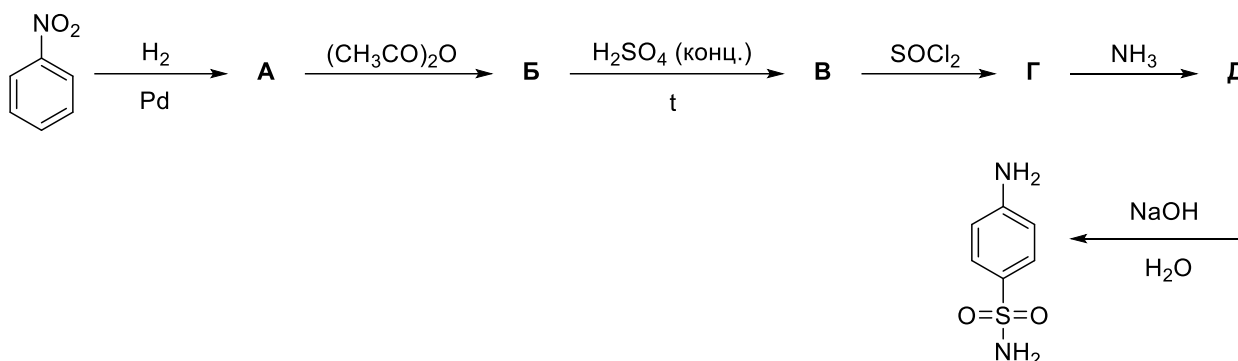
ПРОДУКТ	РЕАГЕНТЫ
А) пропанол-2	1) $\text{CH}_3\text{OH}$ , $\text{H}^+$
Б) пропан	2) $\text{HNO}_3$ (конц.), $t$
В) уксусная кислота	3) $\text{LiAlH}_4$
Г) 2-метилпропанол-2	4) 1. $\text{CH}_3\text{MgBr}$ ; 2. $\text{H}_2\text{O}$
	5) $\text{N}_2\text{H}_4$ , $\text{KOH}$ , $t$

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.

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.

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:  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ). Сколько изомеров X удовлетворяют условию задачи?

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.

$M(\mathbf{A}) = \dots$  г/моль

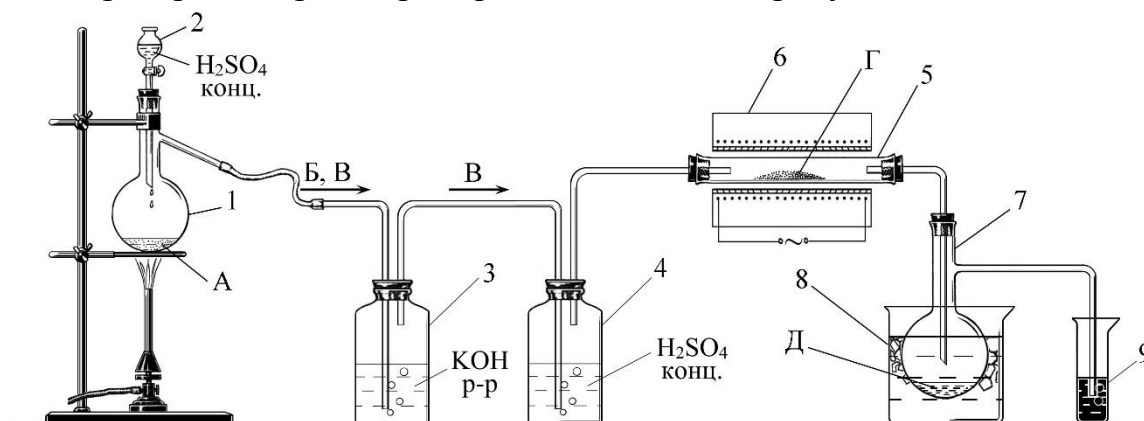
$M(\mathbf{Б}) = \dots$  г/моль

$M(\mathbf{В}) = \dots$  г/моль

$M(\mathbf{Г}) = \dots$  г/моль

$M(\mathbf{Д}) = \dots$  г/моль

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.

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<sub>3</sub> к коэффициенту при веществе В.