

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по химии 10 класс
2021-2022 учебный год**

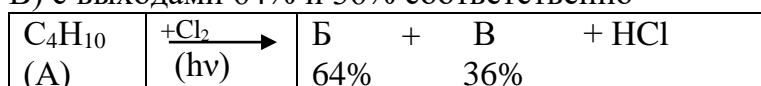
Общее время выполнения работы – 4 часа.

Общие указания: если в задаче требуются расчёты, они обязательно должны быть приведены в решении. Ответ, приведённый без расчётов или иного обоснования, не засчитывается. Используйте Периодическую таблицу химических элементов, таблицу растворимости и непрограммируемый калькулятор.

Максимальное количество баллов – 55 баллов

Задание 10-1. (10 баллов)

Реакция взаимодействия алканов с газообразным хлором имеет промышленное значение, позволяя в дальнейшем получать алкилзамещенные с различными функциональными группами. При этом существует проблема региоселективности протекающего процесса. В частности, при хлорировании на свету ($h\nu$) вещества с формулой C_4H_{10} (А) с разветвленным скелетом образуются 2 продукта реакции (Б и В) с выходами 64% и 36% соответственно



При хлорировании вещества с формулой C_6H_{12} небольшим избытком хлора можно селективно получить одно монохлорпроизводное - продукт радикального замещения (Г). Запишите схемы описанных реакций и механизм первой реакции. Напишите структурные формулы вещества (А) и продуктов реакций (Б) и (В). Определите и объясните различия в соотношении продуктов (Б) и (В). Объясните причину образования продукта (Г).

Первая стадия инициации. Вторая, третья и четвертая рост цепи. Последние две, как пример обрыва цепи.

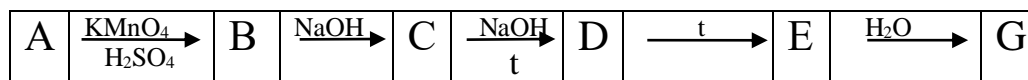
Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1) А) $CH_3CH(CH_3)CH_3$ (0,5баллов); Б) $CH_2(Cl)CH(CH_3)CH_3$ (0,5 баллов); В) $CH_3CH(Cl)(CH_3)CH_3$ (0,5 баллов)	1,5
2) Как правило образующиеся третичные радикалы более устойчивы, чем первичные и разрыв связи С-Н у третичных атомов протекает легче. Несмотря на это, при хлорировании изобутана (А) 1-хлор-2-метилпропана получается больше. Все дело в количестве первичных атомов водорода – их 9, против 1-го, т.е. несмотря на то, что скорость реакции по третичному атому ~ в 5 раз выше ($36/(64/9)$), со статистической точки зрения взаимодействие с одним из 9 атомов водорода более вероятно, соответственно основной продукт соединения 1-хлор-2-метилпропан (Б)	3
3) За правильно написанное соотношение продуктов реакции А Б и В (не обязательно точные цифры: больше Б, чем В) – 1 балл;	1
4) В циклогексане (C_6H_{12}) все атомы водорода вторичные и эквивалентны, поэтому не будет протекать конкурирующих реакций с образованием более стабильных радикалов и количеством разрушающихся связей, образуется один монозамещённый продукт.	2

5) За схемы реакций по 0,5 балла	1
6) За механизм реакции	1,5
Максимальный балл	10

Задание 10-2 (10 баллов)

Дана схема превращений:



Вещество А содержит 85,714% углерода и 14,286% водорода по массе, имеет неразветвлённое строение и содержит более двух атомов углерода, при жёстком окислении образуется один органический продукт. Вещество С содержит 28,049% натрия по массе, Е находит широкое применение в органическом синтезе. Напишите формулы и названия всех веществ, приведите уравнения указанных реакций.

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1). Рассчитаем простейшую формулу вещества А: (85,71:12):(14,29:1)=7,1425:14,29=1:2=C:H; простейший состав: CH ₂ , это может быть алкен с чётным числом атомов углерода, симметричного строения и при жёстком окислении такие алкены образует один органический продукт, предельную одноосновную карбоновую кислоту.	2
2).. Найдём молярную массу вещества С, данное вещество содержит один атом натрия: M(C)=23:0,2805=82, тогда M(ост.)=82-23=59; следовательно остаток это ацетат и вещество С – CH ₃ COONa, значит вещество А содержит 4 атома углерода	2
Составим уравнения реакций: 1). 5CH ₃ -CH=CH-CH ₃ +8KMnO ₄ +12H ₂ SO ₄ →10CH ₃ COOH+4K ₂ SO ₄ +8MnSO ₄ +H ₂ O А-бутен-2, В –уксусная кислота	2
2). CH ₃ COOH+NaOH=CH ₃ COONa (С)+H ₂ O	1
3). CH ₃ COONa+NaOH=CH ₄ (D)+Na ₂ CO ₃	1
4). 2CH ₄ →C ₂ H ₂ (E)+3H ₂	1
5). C ₂ H ₂ +H ₂ O=CH ₃ COH (G)	1
Максимальный балл	10

Задание 10-3. (10 баллов)

Смесь калия и алюминия массой 18,3 г залили некоторое количество воды. Содержания калия в смеси в 4 раз больше, чем алюминия. При этом выделился газ. Через полученный раствор пропустили углекислый газ. Рассчитайте массовые доли металлов в исходной смеси и объём выделившегося газа. Какой максимальный объём углекислого газа потребуется добавить к полученному раствору. Рассчитайте массу осадка.

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
--	-------

1) $2K + 2H_2O \rightarrow 2KOH + H_2\uparrow$ $2Al + 2KOH + 6H_2O \rightarrow 2K[Al(OH)_4] + 3H_2\uparrow$	2
2) Обозначим количество алюминия за x моль, тогда количество калия - $40x$ моль Тогда $m_{(смеси)} = m(K) + m(Al) = 4x \cdot M(K) + x \cdot M(Al) = 4x \cdot 39 + 27x = 183x$ отсюда $x = n(Al) = 0,1$ моль, $n(K) = 0,4$ моль	2
3) Массовые доли металлов в смеси: $w(Al) = m(Al) / m_{(смеси)} = 27 \cdot 0,1 / 18,3 = \mathbf{0,1475 (14,75\%)}$ $w(K) = \mathbf{0,8525 (85,25\%)}$	1
4) Количество выделившегося водорода: $n(H_2) = 0,2 + 0,15 = 0,35$ моль его объем: $V(H_2) = 0,35 \cdot 22,4 = \mathbf{7,84}$ л	2
5) $KOH + CO_2 \rightarrow KHC O_3$ $n(CO_2) = n(KOH) = n(K) = 0,4$ моль; $K[Al(OH)_4] + CO_2 \rightarrow KHC O_3 + Al(OH)_3\downarrow$ $n(CO_2) = n(K[Al(OH)_4]) = n(Al) = 0,1$ моль;	2
б) $n(CO_2) = 0,5$ моль; $V(CO_2) = 0,5 \cdot 22,4 = \mathbf{11,2}$ л	1
Максимальный балл	10

Задание 10-4 (12 баллов)

Опишите признаки реакций: а) при пропускании углекислого газа в раствор силиката калия; б) если карбонат калия расплавить в кварцевой пробирке. Как можно объяснить результаты описанных экспериментов? Составьте уравнения реакций.

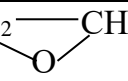
1. Решение:

Критерии оценки правильного ответа (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)		Баллы
1	Если к раствору силиката калия приливать пропускать углекислый газ, то в осадок выпадет кремниевая кислота, а в растворе образуется карбонат калия	2
2	$CO_2 + H_2O + K_2SiO_3 = K_2CO_3 + H_2SiO_3\downarrow$ $CO_2 + H_2O + 2K^{2+} + SiO_3^{2-} = 2K + CO_3^{2-} + H_2SiO_3\downarrow$ $CO_2 + H_2O + SiO_3^{2-} = CO_3^{2-} + H_2SiO_3\downarrow$	2
3	В растворе угольная кислота сильнее, чем нерастворимая кремниевая кислота.	2
4	Если карбонат калия расплавить в кварцевой пробирке, то выделится углекислый газ и образуется силикат калия.	2
5	$K_2CO_3 + SiO_2 \overset{t}{=} CO_2 + K_2SiO_3$	2
6	Оксид кремния - это твёрдый тугоплавкий оксид, а карбонат калия это - соль летучей кислоты, поэтому из соли вытесняется летучий оксид CO_2	2
Максимальный балл		12

Задание 10-5 (8 баллов)

В зависимости от условий проведения окисления газа **А** кислородом воздуха могут образоваться разные продукты. При прямом окислении (горении) газа **А** образуется вещество **Б** (без этого вещества растения не могут существовать) и **В** (самое распространенное вещество в природе). При каталитическом окислении вещества **А** на одном катализаторе образуется вещество **Г**, вступающий в реакцию «серебряного зеркала», а использование другого катализатора приводит к веществу **Д**. Вещество **А** имеет плотность по воздуху 0,9555, а вещества **Б**, **Г** и **Д** имеют одну и ту же молярную массу. Определите вещества **А**, **Б**, **В**, **Г** и **Д**, напишите уравнения соответствующих реакций и укажите условия их протекания.

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Вычислим молярную массу вещества А: $M(\text{вещества}) = 29 \cdot 0,9555 = 28$. Такую молярную массу имеют газы CO , C_2H_4 , N_2 . Искомое вещество этилен А- C_2H_4 , так как только этилен при прямом окислении даёт CO_2 (фотосинтез) и H_2O (самое распространённое вещество в природе)	2
2. $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$ (Б) + $2\text{H}_2\text{O}$ (В)	2
3. $2\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COH}$ (Г) (1 балл) катализатор (PdCl_2) (1 балл)	2
4. $2\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CH}_2-\text{CH}_2$  (1 балл) катализатор (Ag) (1 балл)	2
Максимальный балл	8

Задание 10-6 (5 баллов)

При взаимодействии газообразных сероводорода и оксида углерода (IV) образуются пары воды и сульфида углерода (IV). Составьте термохимическое уравнение реакции, вычислив её тепловой эффект. Укажите какая это реакция экзотермическая или эндотермическая. $Q_{\text{обр. H}_2\text{S}} = 20,15$ кДж/моль; $Q_{\text{обр. CO}_2} = 393,51$ кДж/моль; $Q_{\text{обр. H}_2\text{O}} = 241,88$ кДж/моль; $Q_{\text{обр. CS}_2} = -115,28$ кДж/моль; Определите энтальпию реакции.

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1) Составлено уравнение реакции: $2\text{H}_2\text{S} + \text{CO}_2 = \text{CS}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	1
2) Вычисляем тепловой эффект реакции, используя следствие из закона Гесса: $Q_{\text{хим. р-ции}} = (Q_{\text{обр. CS}_2} + 2Q_{\text{обр. H}_2\text{O}}) - (2Q_{\text{обр. H}_2\text{S}} + Q_{\text{обр. CO}_2}) = (-115,28 + 2 \cdot 241,88) - (2 \cdot 20,15 + 393,51) = -47,33$	2
3) так как тепловой эффект реакции отрицательный, реакция эндотермическая, то есть протекает с поглощением теплоты, энтальпия реакции положительная и равна +47,33	1
4) Термохимическое уравнение реакции: $2\text{H}_2\text{S} + \text{CO}_2 = \text{CS}_2 + 2\text{H}_2\text{O} - 47,33$ или $\Delta H^0 = +47,33$	1
Всего баллов	5

