Всероссийская олимпиада школьников
Муниципальный этап 2015-2016
Химия 10 класс
Критерии проверки
Время выполнения - 4астрономических часа
Максимальное количество баллов - 100

Задание 1.

Осуществите цепочку превращений. Назовите вещество ***X***.

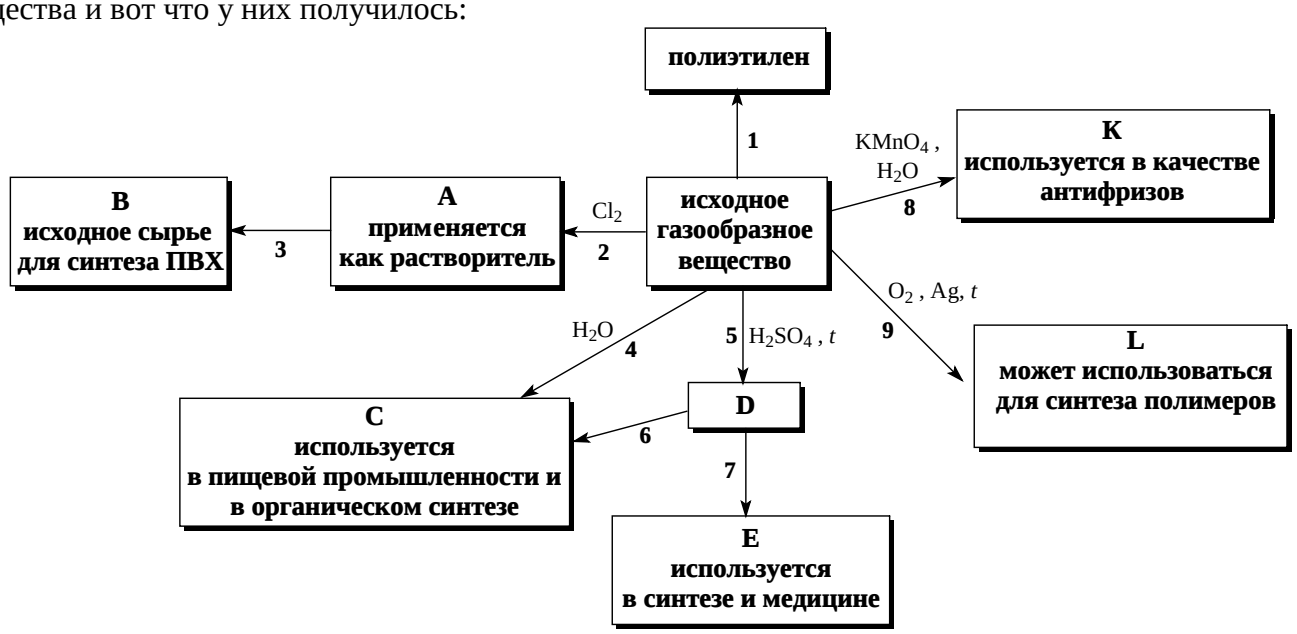
$Zn \rightarrow Na_2[Zn(OH)_4] \rightarrow \boldsymbol{X} \rightarrow Cl_2 \rightarrow KClO_3 \rightarrow O_2 \rightarrow KNO_3 \rightarrow KNO_2 \rightarrow MnSO_4 \rightarrow MnO_2$

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие смысла)		**Баллы**
1.	$Zn + 2\ NaOH(конц.) + 2\ H_2O \rightarrow Na_2[Zn(OH)_4] + H_2\uparrow$	**2**
2.	$Na_2[Zn(OH)_4] + 4\ HCl_{(конц.)} \rightarrow 2\ NaCl + ZnCl_2 + 4\ H_2O$	**2**
	Вещество ***X*** хлорид цинка $ZnCl_2$	**2**
3.	$ZnCl_2 \xrightarrow{электролиз} Zn\downarrow + Cl_2\uparrow$ (катод, анод)	**2**
4.	$6\ KOH_{(конц)} + 3\ Cl_2 \rightarrow KClO_3 + 5\ KCl + 3\ H_2O$ реакция идет при нагревании	**2**
5.	$2\ KClO_3 \rightarrow 2\ KCl + 3\ O_2\uparrow$ реакция идет при нагревании	**2**
6.	$4\ KOH + 4\ NO_2 + O_2 \rightarrow 4\ KNO_3 + 2\ H_2O$ реакция идет при нагревании	**2**
7.	$2\ KNO_3 \rightarrow 2\ KNO_2 + O_2\uparrow$ реакция идет при нагревании	**2**
8.	$5\ KNO_2 + 3\ H_2SO_4 + 2\ KMnO_4 \rightarrow 2\ MnSO_4 + 5\ KNO_3 + K_2SO_4 + 3H_2O$	**2**
9.	$2\ KMnO_4 + 3\ MnSO_4 + 2\ H_2O \rightarrow 5MnO_2\downarrow + K_2SO_4 + 2\ H_2SO_4$	**2**
	Максимальный балл	**20**

Задание 2.

Группа школьников побывала с экскурсией на заводе, выпускающем полиэтиленовую пленку. Во время рассказа о производстве, мастер рассказал, что для производства полиэтилена используется газообразное вещество, которое является продуктом нефтехимической промышленности. Кроме того, это же газообразное вещество широко используется и в других синтетических производствах. Заинтересованные школьники, попытались нарисовать схему применения этого газообразного вещества и вот что у них получилось:



1. Напишите структурную формулу и дайте название исходному газообразному соединению
2. Напишите реакции использования этого соединения, зашифрованные в схеме, и назовите полученные продукты

Решение:

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

Написана структурная формула и дано название газообразному веществу: $CH_2{=}CH_2$ этилен или этен		2
Расшифрована схема использования этилена		
1.	$n\ CH_2{=}CH_2 \longrightarrow -[CH_2-CH_2]-_n$ ***полиэтилен***	2
2.	$CH_2{=}CH_2 + Cl_2 \longrightarrow CH_2(Cl)-CH_2(Cl)$ ***A*** ***1,2-дихлорэтан***	2
3.	$CH_2(Cl)-CH_2(Cl) + KOH \xrightarrow{C_2H_5OH} CH_2{=}CH(Cl) + KCl + H_2O$ ***B*** ***винилхлорид*** ***(хлорэтен)***	2
4.	$CH_2{=}CH_2 + H_2O \longrightarrow CH_3-CH_2(OH)$ ***C*** ***этанол***	2
5.	$CH_2{=}CH_2 + H_2SO_4 \xrightarrow{t} CH_3-CH_2(OSO_3H)$ ***D*** ***этилсерная кислота***	2
6.	$CH_3-CH_2(OSO_3H) + H_2O \xrightarrow{t} CH_3-CH_2(OH)$ ***C*** ***этанол***	2
7.	$CH_3-CH_2(OSO_3H) \xrightarrow{t} CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3 + H_2O$ ***E*** ***диэтиловый эфир***	2
8.	$3\ CH_2{=}CH_2 + 2\ KMnO_4 + 4\ H_2O \longrightarrow 3\ CH_2(OH)-CH_2(OH) + 2\ MnO_2 + 2\ KOH$ ***K*** ***этиленгликоль*** ***(1,2-этандиол)***	2
9.	$2\ CH_2{=}CH_2 + O_2 \xrightarrow{Ag,\ t} 2\ H_2C(O)CH_2$ ***L*** ***этиленоксид*** ***(эпоксиэтан)***	2
Максимальный балл		**20**

Задание 3.

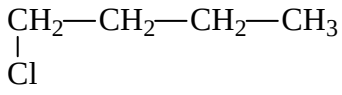
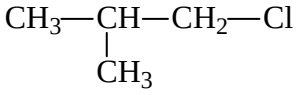
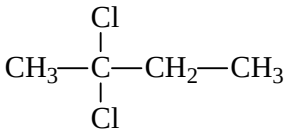
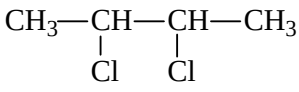
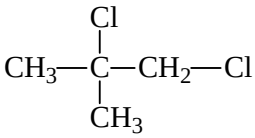
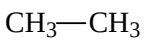
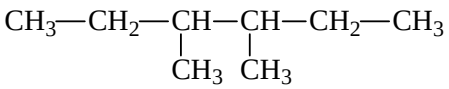
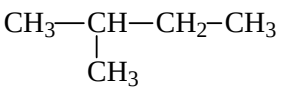
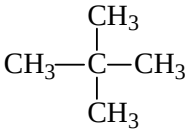
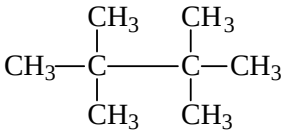
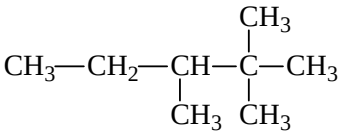
Смесь метана, н-бутана и изобутана подвергли монохлорированию на свету.

1. Какие монохлорпроизводные будут преимущественно образовываться? Напишите уравнения реакций и назовите образующиеся продукты.

2. По какому механизму протекают эти реакции. Покажите механизм реакции на примере н-бутана
3. Какие побочные продукты могут быть получены при хлорировании данной смеси? Приведите структурные формулы 6 возможных побочных продуктов и объясните причину их появления.

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие смысла)		**Баллы**
1.	***Написаны уравнения реакций монохлорирования:*** $CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{свет}} CH_3Cl + HCl$ **хлорметан** $CH_3—CH_2—CH_2—CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{свет}} CH_3—\underset{\displaystyle Cl}{\underset{\vert}{CH}}—CH_2—CH_3 + HCl$ **н-бутан** **2-хлорбутан** $CH_3—\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{\vert}{CH}}—CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{свет}} CH3—\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle Cl}{\overset{\vert}{\underset{\vert}{C}}}}—CH_3 + HCl$ **изобутан (2-метилпропан)** **2-метил-2-хлорпропан**	2 2 2
2.	***Показан механизм реакции хлорирования алканов на свету:*** Реакция хлорирования алканов на свету идет по механизму радикального замещения - S_R/ Она включает следующие стадии: 1. Инициирование – образование свободных радикалов $Cl_2 \xrightarrow{\text{свет}} 2\,Cl^{\bullet}$ 2. развитие цепной реакции – цепь реакций взаимодействия активных радикалов с неактивными молекулами, вследствие чего образуются новые радикалы и новые молекулы $CH_3—CH_2—CH_2—CH_3 + Cl^{\bullet} \longrightarrow CH_3—\overset{\bullet}{C}H—CH_2—CH_3 + HCl$ $CH_3—\overset{\bullet}{C}H—CH_2—CH_3 + Cl_2 \longrightarrow CH_3—\underset{\displaystyle Cl}{\underset{\vert}{CH}}—CH_2—CH_3 + Cl^{\bullet}$ и т.д. 3. Обрыв цепи – гибель активных радикалов при их столкновении –рекомбинация радикалов На стадии обрыва цепи могут образовываться различные продукты: как целевые, так и побочные $CH_3—\overset{\bullet}{C}H—CH_2—CH_3 + Cl^{\bullet} \longrightarrow CH_3—\underset{\displaystyle Cl}{\underset{\vert}{CH}}—CH_2—CH_3$ $Cl^{\bullet} + Cl^{\bullet} \longrightarrow Cl_2$ $CH_3—\overset{\bullet}{C}H—CH_2—CH_3 + CH_3—\overset{\bullet}{C}H—CH_2—CH_3 \longrightarrow$ $\longrightarrow CH_3—CH_2—\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{\vert}{CH}}—\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{\vert}{CH}}—CH_2—CH_3$ **3,4-диметилгексан**	2 4
3.	***Дано объяснение возможности образования побочных продуктов реакции*** Реакция хлорирования алканов на свету идет по механизму радикального	2

	замещения. Возникновение побочных продуктов возможно на двух стадиях данного механизма: 1. На стадии развития цепной реакции – когда активный радикал хлора атакует алкан в любое положение углеродной цепи – возникают побочные монохлорпроизводные. Или же когда радикал хлора атакует уже образованное хлорпроизводное – в этом случае возникают полихлорпроизводные алканы. 2. На стадии обрыва рекомбинации могут подвергаться алкильные радикалы, в результате чего образуются более длинные алканы.	
	Приведены возможные побочные продукты Учитывая, что исходная смесь содержала три исходных алкана, спектр побочных продуктов достаточно широк: <u>Монохлорпроизводные</u>:  **1-хлорбутан**  **1-метил-2-хлорпропан** <u>Полихлорпроизводные</u> CH_2Cl_2 дихлорметан  **2,2-дихлорбутан**  **2,3-дихлорбутан**  **1,2-дихлор-2-метилпропан** и пр. <u>Алканы</u>:  **этан**  **3,4-диметилгексан**  **2-метилбутан**  **2,2-диметилпропан**  **2,2,3,3-тетраметилбутан**  **2,2,3-триметилпентан** **<u>Комментарии к оцениванию:</u>** **Т.к. побочные продукты разнообразны по строению, предлагается оценивать по 2 вещества из каждой группы – максимально 6 баллов**	6
	Максимальный балл	**20**

Задание 4.

К 200 г 5% раствора хлорида кальция добавили 12,7 г карбоната натрия. Через образовавшуюся смесь пропустили при перемешивании 1,12 л углекислого газа (н.у.). Определите массу полученного осадка и массовые доли веществ в образовавшемся растворе

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие смысла)	**Баллы**
Рассчитаны количества веществ $n(CaCl_2) = \frac{m(CaCl_2)}{M(CaCl_2)} = \frac{200 \cdot 0{,}05}{111} = 0{,}09$ моль $n(Na_2CO_3) = \frac{m(Na_2CO_3)}{M(Na_2CO_3)} = \frac{12{,}7}{106} = 0{,}12$ моль $n(CO_2) = \frac{V(CO_2)}{22{,}4} = \frac{1{,}12}{22{,}4} = 0{,}05$ моль	**2**

Составлено уравнение реакции взаимодействия хлорида кальция с карбонатом натрия $CaCl_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + 2\ NaCl$	**2**
Определены количества веществ после прохождения реакции хлорида кальция и карбоната натрия т.к. $n(CaCl_2) < n(Na_2CO_3)$ следовательно, карбонат натрия в избытке После реакции в растворе присутствуют: $n(CaCO_3)=n(CaCl_2)=0,09$ моль (в осадке) $n(NaCl)=2\ n(CaCl_2)=0,18$ моль $n(Na_2CO_3)=0,12-0,09=0,03$ моль	**2**
Написаны реакции, идущие в растворе при пропускании через него углекислого газа При пропускании через раствор углекислого газа вначале будет взаимодействовать оставшийся в растворе карбонат натрия $Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O \longrightarrow 2\ NaHCO_3$ а затем растворяться осадок карбоната натрия $CaCO_3 + CO_2 + H_2O \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$	**4**
Рассчитаны количества веществ, оставшихся в растворе после пропускания CO_2 $n(NaHCO_3) = 2 \cdot n(Na_2CO_3) = 2 \cdot 0,03 = 0,06$ моль На реакцию с карбонатом натрия израсходовано 0,03 моль углекислого газа, следовательно, на растворение осадка карбоната кальция осталось 0,05-0,03=0,02 моль углекислого газа. $n(Ca(HCO_3)_2) = n(CaCO_3) = n(CO_2) = 0,02$ моль В осадке карбоната кальция осталось 0,09-0,02=0,07 моль Таким образом, после пропускания углекислого газа в растворе осталось: $n(CaCO_3) = 0,07$ моль $n(Ca(HCO_3)_2) = 0,02$ моль $n(NaHCO_3) = 0,06$ моль $n(NaCl)=0,18$ моль	**3**
Рассчитана масса осадка карбоната кальция $m(CaCO_3) = n(CaCO_3) \cdot M(CaCO_3) = 0,07 \cdot 100 = 7$ г	**2**
Рассчитана масса раствора $m_{р-ра} = 200 + m(Na_2CO_3) + m(CO_2) - m(осадка) = 200 + 12,7 + 0,05 \cdot 44 - 7 = 207,9$ г	**2**
Рассчитаны массовые доли веществ в образовавшемся растворе: $\mu(Ca(HCO_3)_2) = \frac{m(Ca(HCO_3)_2)}{m_{р-ра}} \cdot 100 = \frac{0,02 \cdot 162}{207,9} \cdot 100 = 1,56\ \%$ $\mu(NaHCO_3) = \frac{m(NaHCO_3)}{m_{р-ра}} \cdot 100 = \frac{0,06 \cdot 84}{207,9} \cdot 100 = 2,42\ \%$ $\mu(NaCl) = \frac{m(NaCl)}{m_{р-ра}} \cdot 100 = \frac{0,18 \cdot 58,5}{207,9} \cdot 100 = 5,065\%$	**3**
Максимальный балл	**20**

Задание 5.

В пяти пробирках без этикеток находятся растворы гидроксида натрия, сульфида натрия, хлорида натрия, йодида натрия и аммиака. Как определить эти вещества при помощи только одного дополнительного реактива? Приведите уравнения химических реакций.

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие смысла)	**Баллы**
Задача имеет как минимум два решения	
1. Во все пробирки добавляем раствор медного купороса:	

$2\ NaOH + CuSO_4 = Na_2SO_4 + Cu(OH)_2\downarrow$ (голубой осадок); $Na_2S + CuSO_4 = Na_2SO_4 + CuS\downarrow$ (черный осадок); $NaCl + CuSO_4 \neq$ (в разбавленном растворе изменений нет); $4\ NaI + 2\ CuSO_4 = 2\ Na_2SO_4 + 2\ CuI\downarrow + I_2\downarrow$ (коричневый осадок); $4\ NH_3 + CuSO_4 = Cu(NH_3)_4SO_4$ (синий раствор или голубой осадок, растворимый в избытке раствора аммиака).	
2. Во все пробирки добавляем раствор нитрата серебра: $2\ NaOH + 2\ AgNO_3 = 2NaNO_3 + H_2O + Ag_2O\downarrow$ (коричневый осадок); $Na_2S + 2\ AgNO_3 = 2NaNO_3 + Ag_2S\downarrow$ (черный осадок); $NaCl + AgNO_3 = NaNO_3 + AgCl$ (белый осадок); $NaI + AgNO_3 = NaNO_3 + AgI\downarrow$ (желтый осадок); $2\ NH_3 + 2\ AgNO_3 + H_2O = 2\ NH_4NO_3 + Ag_2O\downarrow$ коричневый осадок, который растворяется в избытке раствора аммиака: $Ag_2O + 4\ NH_3 + H_2O = 2[Ag(NH_3)_2]OH$.	
Критерии оценивания: За каждое распознанное вещество по 4 балла (3 – за уравнение +1 за описание осадка) Если предложен только реагент для распознавания – 2 б.	5·4= 20
Максимальный балл	**20**