

**«БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ» - Химия**  
**ОЧНЫЙ ОТБОРОЧНЫЙ ТУР. *Продолжительность - 90 минут***  
**(6 ноября 2020 года)**

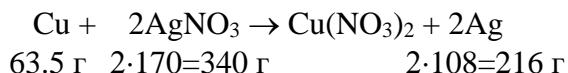
**10 класс**

**Задача 10-1**

Чтобы посеребрить медную пластинку массой 10 г, ее погрузили в стакан, содержащий 250 г 20%-ного раствора нитрата серебра. Когда пластинку вынули, оказалось, что масса нитрата серебра в растворе уменьшилась на 20%. Какой стала масса посеребренной пластинки? Напишите уравнение протекающей реакции. Приведите необходимые расчеты и пояснения.

**Решение**

Медь является более активным металлом и вытесняет серебро из его солей:



Найдем массу  $\text{AgNO}_3$  в исходном растворе:  $m(\text{AgNO}_3)=250 \cdot 0.2=50$  г. По условию задачи после протекания реакции масса  $\text{AgNO}_3$  уменьшилась на 20% или на  $20\% \cdot 50 \text{ г} / 100\% = 10$  г и составила  $50 - 10 = 40$  г. Масса пластинки в результате реакции уменьшилась на массу растворившейся меди и увеличилась на массу выделившегося серебра. Из уравнения реакции видно, что на реакцию с 10 г  $\text{AgNO}_3$  потребовалось  $10 \text{ г} \cdot 63.5 \text{ г/моль} / (2 \cdot 170 \text{ г/моль}) = 1.87$  г меди  $\text{Cu}$ , а в результате реакции выделилось  $10 \text{ г} \cdot 2 \cdot 108 \text{ г/моль} / (2 \cdot 170 \text{ г/моль}) = 6.35$  г серебра  $\text{Ag}$ . После реакции масса пластинки составила:  $10 \text{ г} - 1.87 \text{ г} + 6.35 \text{ г} = 14.48$  г.

**Разбалловка:**

За расчет массы пластинки

(расчет + правильный ответ)

10+10 =        20 б

За написание уравнения химической реакции

5 б

**Итого 25 баллов**

**Задача 10-2**

Колба заполнена газообразным сухим хлороводородом при температуре 25°C и давлении 1 атм. Затем колбу заполнили водой, в которой полностью растворился хлороводород. Определите массовую долю хлороводорода в растворе.

**Решение**

Обозначим объем колбы через  $V$  л. Тогда количество вещества  $\text{HCl}$  равно:

$n(\text{HCl})=PV/RT=1 \text{ атм} \cdot V/[0.082 \text{ л} \cdot \text{атм}/(\text{моль} \cdot \text{К}) \cdot 298 \text{ К}]$ , а масса  $m(\text{HCl})=M(\text{HCl}) \cdot n(\text{HCl}) =$   
 $=36.5 \text{ г/моль} \cdot (1 \text{ атм} \cdot V/[0.082 \text{ л} \cdot \text{атм}/(\text{моль} \cdot \text{К}) \cdot 298 \text{ К}]) \text{ моль} = 1.49V$  (г). После заполнения колбы водой масса раствора (с учетом того, что плотность воды 1 г/мл или 1000 г/л) стала равна:

$m=m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{HCl})=1000 \text{ г/л} \cdot V \text{ л} + 1.49V = 1001.49 \cdot V$  (г).

Определим массовую долю  $\text{HCl}$ :  $\omega(\text{HCl})=[1.49V/(1001.49V)] \cdot 100\% = 0.149\%$ .

**Разбалловка:**

За расчет массовой доли (вычисления + правильный ответ)

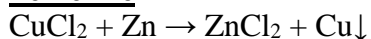
12+13 =        25 б

**Итого 25 баллов**

**Задача 10-3**

В литровую колбу засыпали 102.6 г дигидрата хлорида меди (II), 26.0 г цинковой пыли, долили 968.4 мл воды, колбу закрыли пробкой и смесь перемешивали при нагревании до прекращения изменения окраски раствора. Вычислите количества всех веществ и растворителя в полученном растворе и в осадке, учитывая, что все реакции протекают количественно. Запишите уравнения химических реакций. Приведите все необходимые расчеты и комментарии. При вычислениях атомные массы металлов округляйте до целых значений.

**Решение**



$n(\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 102.6/171 = 0.6$  моль.         $m(\text{воды кристаллизационной}) = 18 \cdot 2 \cdot 0.6 = 21.6$  г.

$n(\text{Zn}) = 26/65 = 0.4$  моль, цинк в недостатке.  $n(\text{ZnCl}_2) = 0.4$  моль,  $n(\text{Cu}) = 0.4$  моль.  
 $\text{CuCl}_2 + \text{Cu} \rightarrow \text{Cu}_2\text{Cl}_2 \downarrow$  (белый осадок)      либо:  $\text{CuCl}_2 + \text{Cu} \rightarrow 2\text{CuCl} \downarrow$   
 $\text{CuCl}_2$  в недостатке.  $n(\text{Cu}_2\text{Cl}_2) = n(\text{CuCl}_2) = 0.2$  моль.  $n(\text{Cu оставш.}) = 0.2$  моль.  
 Итого в осадке:  $n(\text{Cu}) = 0.2$  моль,  $n(\text{Cu}_2\text{Cl}_2) = 0.2$  моль (либо 0.4 моль  $\text{CuCl}$ ).  
 Итого в растворе:  $n(\text{ZnCl}_2) = 0.4$  моль,  
 $m(\text{воды}) = 968.4 + 21.6 = 990$  г,  $n(\text{H}_2\text{O}) = 990/18 = 55$  моль.

#### Разбалловка:

За расчет $n(\text{Cu})$ , $n(\text{Cu}_2\text{Cl}_2)$ , $n(\text{ZnCl}_2)$ , $n(\text{H}_2\text{O})$ по 4 б.	16 б
За уравнение образования $\text{ZnCl}_2$	4 б
За уравнение образования $\text{Cu}_2\text{Cl}_2$	5 б

**Итого 25 баллов**

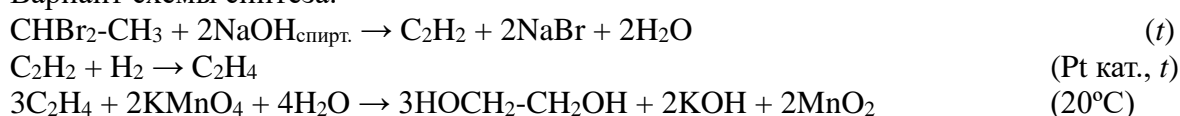
#### Задача 10-4

Органическое соединение А массой 18.6 г полностью сгорает в присутствии необходимого количества кислорода, при этом получается 16.2 г воды и 13.44 л  $\text{CO}_2$  (н.у.). Определите структурную формулу вещества А, содержащего в молекуле две одинаковые функциональные группы. Предложите схему синтеза его из 1,1-дибромэтана и неорганических веществ. Запишите полные уравнения всех реакций этой схемы, укажите условия реакций. Назовите все промежуточные органические продукты.

#### Решение

При полном сгорании вещества А получаются  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .  
 Щелочь связывает  $\text{CO}_2$ . Определим  $n(\text{CO}_2) = 13.44/22.4 = 0.6$  моль.  
 Определим  $n(\text{H}_2\text{O}) = 16.2/18 = 0.9$  моль.  
 Найдем массу углерода и водорода по  $n(\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O})$ .  
 $m(\text{C}) = 0.6 \cdot 12 = 7.2$  г.  $m(\text{H}) = 0.9 \cdot 2 \cdot 1 = 1.8$  г. Вычитая их сумму из массы сгоревшего органического вещества А, находим, что в нем присутствовал кислород,  
 $m(\text{O}) = 18.6 - 7.2 - 1.8 = 9.6$  г.  $n(\text{O}) = 9.6/16 = 0.6$  моль.  
 Простейшая формула вещества  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ . Она является единственно верной, так как  $\text{C}_3\text{H}_9\text{O}_3$ ,  $\text{C}_4\text{H}_{12}\text{O}_4$  и другие невозможны. Это этандиол (этиленгликоль)  $\text{HOCH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$ . В этой молекуле две функциональные  $\text{OH}$  группы, что соответствует условию задачи.

Вариант схемы синтеза:



Промежуточные продукты: ацетилен, этен, этандиол.

#### Разбалловка:

За установление общей формулы $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$	10 б
За установление структурной формулы этандиола	3 б
За 3 уравнения схемы, названия органических продуктов и условия по 4 б.	12 б

**Итого 25 баллов**

**«БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ» - Химия**  
**ОЧНЫЙ ОТБОРОЧНЫЙ ТУР. *Продолжительность – 90 минут***  
**(7 ноября 2020 года)**

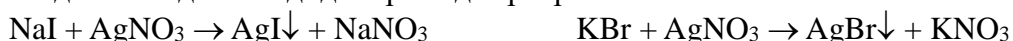
**10 класс**

**Задача 10-1**

К раствору, содержащему 3.88г смеси иодида натрия и бромиды калия, добавили 78 мл 10%-ного раствора нитрата серебра (плотность 1.09 г/мл). Выпавший осадок отфильтровали. Фильтрат может прореагировать с 13.3мл соляной кислоты с концентрацией 1.5 моль/л. Вычислите массовые доли солей в исходной смеси и объем хлороводорода (н.у.), необходимого для приготовления израсходованной соляной кислоты. Напишите уравнения протекающих реакций, приведите расчеты и необходимые пояснения.

**Решение**

При добавлении нитрата серебра к исходному раствору иодида натрия и бромида калия в осадок выпадают иодид и бромид серебра:



Найдем количество добавленного  $\text{AgNO}_3$ .

$$n(\text{AgNO}_3) = V \cdot \rho \cdot \omega(\text{AgNO}_3) / M = 78 \text{ мл} \cdot 1.09 \text{ г/мл} \cdot 0.1 / (170 \text{ г/моль}) = 0.05 \text{ моль.}$$

Образовавшиеся  $\text{AgI}$  и  $\text{AgBr}$  отделили от раствора фильтрованием. К фильтрату прибавили раствор соляной кислоты. Выпадение осадка свидетельствует о присутствии в фильтрате нитрата серебра, который не прореагировал с  $\text{NaI}$  и  $\text{KBr}$ .  $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{AgCl}\downarrow + \text{HNO}_3$ . Количество соляной кислоты, необходимой для связывания избытка  $\text{AgNO}_3$ , равно:

$n(\text{HCl}) = 0.0133 \text{ л} \cdot 1.5 \text{ моль/л} = 0.02 \text{ моль}$ . В соответствии с уравнением реакции в растворе осталось 0.02 моль  $\text{AgNO}_3$ , а с  $\text{NaI}$  и  $\text{KBr}$  прореагировало  $0.05 - 0.02 = 0.03 \text{ моль}$   $\text{AgNO}_3$ .  $n(\text{NaI}) + n(\text{KBr}) = 0.03 \text{ моль}$ .

Обозначим количество  $\text{NaI}$  через  $X$  моль, тогда количество  $\text{KBr}$  ( $0.03 - X$ ) моль. Их массы равны:  $(150 \cdot X) \text{ г}$  и  $[119 \cdot (0.03 - X)] \text{ г}$ , соответственно.  $(150 \cdot X) + [119 \cdot (0.03 - X)] = 3.88$ ;  $X = 0.01$ . Таким образом, исходная смесь содержит:  $n(\text{NaI}) = 0.01 \text{ моль}$  и  $n(\text{KBr}) = 0.02 \text{ моль}$ . Их массы:  $m(\text{NaI}) = 0.01 \text{ моль} \cdot 150 \text{ г/моль} = 1.5 \text{ г}$  и  $m(\text{KBr}) = 0.02 \text{ моль} \cdot 119 \text{ г/моль} = 2.38 \text{ г}$ . Массовые доли веществ в исходной смеси составляют:  $\omega(\text{NaI}) = 1.5 / 3.88 = 0.3866$  (38.66%) и  $\omega(\text{KBr}) = 2.38 / 3.88 = 0.6134$  (61.34%).

Найдем объем хлороводорода, необходимого для приготовления израсходованной соляной кислоты:  $V = n(\text{HCl}) \cdot V_m = 0.02 \text{ моль} \cdot 22.4 \text{ л/моль} = 0.448 \text{ л}$ .

**Разбалловка:**

За расчет массовых долей солей, включая расчеты	14 б
За расчет объема	5 б
За написание уравнений химических реакций	6 б

**Итого 25 баллов**

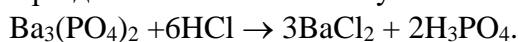
**Задача 10-2**

В трех пробирках находятся осадки труднорастворимых карбоната, сульфата и фосфата бария. Как, пользуясь одним реагентом, распознать эти соли? Напишите уравнения соответствующих химических реакций и приведите необходимые пояснения.

**Решение**

В качестве универсального реагента для идентификации этих труднорастворимых солей можно использовать  $\text{HCl}$  или  $\text{HNO}_3$ .

При добавлении любой из указанных кислот к фосфату бария осадок растворится:



В случае карбоната бария осадок растворится и выделится газ:



Сульфат бария в кислотах не растворится:  $\text{BaSO}_4 + \text{HCl} \rightarrow$  .

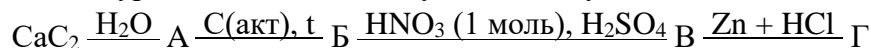
**Разбалловка:**

За правильно предложенный реагент	5 б
За уравнения реакций	10 б
За объяснения	10 б

**Итого 25 баллов**

### Задача 10-3

Напишите химические уравнения, соответствующие следующей схеме:



Установите природу веществ А-Г и назовите их.

#### Решение

- 1).  $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HC}=\text{CH} + \text{Ca}(\text{OH})_2$  (ацетилен)
- 2).  $\text{HC}=\text{CH} \xrightarrow{\text{C, t}} \text{C}_6\text{H}_6$  (бензол)
- 3).  $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  (нитробензол)
- 4).  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + 3\text{Zn} + 7\text{HCl} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+\text{Cl}^- + 3\text{ZnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  (анилин солянокислый)

#### Разбалловка:

За установления природы и названия веществ А-Г по 3 б	12 б
За уравнение реакций 1)-3) по 3 б	9 б
За уравнение реакции 4)	4 б

**Итого 25 баллов**

### Задача 10-4

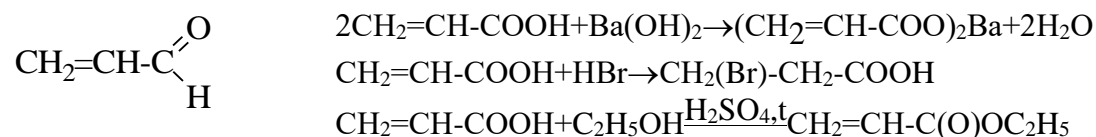
Некоторое органическое вещество содержит 50% углерода, 5.56% водорода и 44.44% кислорода по массе. При реакции этого вещества с гидроксидом бария образуется соединение состава  $\text{C}_6\text{H}_6\text{BaO}_4$ , с бромоводородом –  $\text{C}_3\text{H}_5\text{BrO}_2$ , с этанолом в кислой среде –  $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_2$ . Установите структурную формулу органического вещества и напишите уравнения соответствующих реакций.

#### Решение

Установим простейшую форму органического вещества  $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ .

$$x : y : z = \omega(\text{C})/12 : \omega(\text{H})/1 : \omega(\text{O})/16 = 50/12 : 5.56/1 : 44.44/16 = 4.17 : 5.56 : 2.78 = 1.5 : 2 : 1 = 3 : 4 : 2.$$

Простейшая формула органического вещества  $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2$ . Рассмотрение химических свойств этого вещества, приведенных в условии задачи, позволяет заключить, что это – акриловая кислота:



#### Разбалловка:

За установление формулы	10 б
За уравнения реакций	15 б

**Итого 25 баллов**

**«БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ» - Химия**  
**ОЧНЫЙ ОТБОРОЧНЫЙ ТУР. *Продолжительность – 90 минут***  
**(8 ноября 2020 года)**

**10 класс**

**Задача 10-1**

Смесь оксидов железа (II) и железа (III) массой 39.2 г растворили в соляной кислоте с массовой долей хлороводорода 0.2 и плотностью раствора 1.101 г/мл. Для полного растворения смеси оксидов потребовалось 232 мл такого раствора.

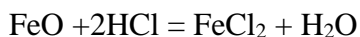
Рассчитайте массовые доли оксидов в исходной смеси. Напишите уравнения протекающих реакций. Приведите все необходимые расчеты и пояснения.

**Решение**

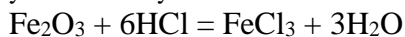
Масса прореагировавшей кислоты равна

$$m(\text{HCl}) = 0.20 \cdot 232 \text{ мл} \cdot 1.101 = 51.1 \text{ г.}$$

x моль    2x моль



y моль        6y моль



Составим уравнения баланса:

$$72x + 160y = 39.2$$

$$(2x + 6y) \cdot 36.5 = 51.1$$

$$x = 0.1 \text{ моль, } y = 0.2 \text{ моль.}$$

$$m(\text{FeO}) = 72 \cdot 0.1 = 7.2$$

$$\omega(\text{FeO}) = 7.2 / (7.2 + 32) = 0.1837 \text{ или } 18.37\%$$

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 160 \cdot 0.2 = 32$$

$$\omega(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 32 / (7.2 + 32) = 0.8163 \text{ или } 81.63\%$$

**Разбалловка:**

За установление массовых долей (расчеты + правильные ответы)

10+10=20б

За написание химических реакций

5 б

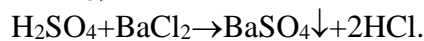
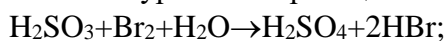
**Итого 25 баллов**

**Задача 10-2**

Оксид серы (IV) растворили в воде при повышенном давлении. К раствору прибавили бромную воду до начала появления окраски брома, а затем избыток хлорида бария. Отфильтрованный и высушенный осадок имел массу 23.3 г. Сколько литров оксида серы (IV) измеренных при 17°C и давлении 120.5 кПа, было растворено в воде? Напишите уравнения протекающих реакций. Приведите необходимые расчеты и пояснения.

**Решение**

Запишем уравнения реакций:  $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$ ;



Количество вещества сульфата бария составляет  $n(\text{BaSO}_4) = 23.3 / 233 = 0.1$  моль, следовательно, количество  $\text{SO}_2$  тоже составляет 0.1 моль. Найдем объем, который занимает это количество  $\text{SO}_2$  при  $T = 273 + 17 = 290$  К и  $P = 120.5$  кПа:

$$V = nRT/P = 0.1 \text{ моль} \cdot 8.314 \text{ (Дж} \cdot \text{моль} / \text{К)} \cdot 290 \text{ К} / (120.5 \cdot 10^3 \text{ Па}) = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 2 \text{ л.}$$

**Разбалловка**

За расчет объема (расчеты + правильный ответ)

5+5= 10б

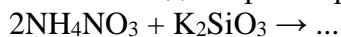
За уравнения реакций

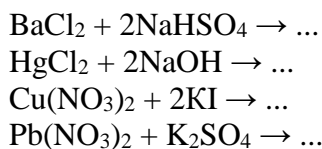
5+5+5=15б

**Итого 25 баллов**

**Задача 10-3**

Воспользуйтесь выданной таблицей растворимости и объясните, почему некоторые вещества можно, а некоторые невозможно синтезировать ожидаемыми реакциями простого ионного обмена в водном растворе. Составьте уравнения протекающих реакций.

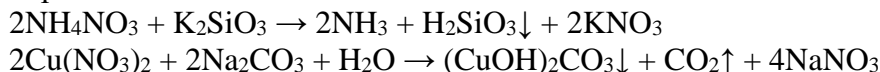




### Решение

В таблицах растворимости для некоторых продуктов реакций ионного обмена поставлены прочерки или вопросительные знаки с примечанием «не существуют или разлагаются водой».

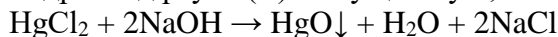
Промежуточные продукты реакций 1 и 2 подвергаются гидролизу по катиону и аниону с образованием слабого основания и слабой кислоты:



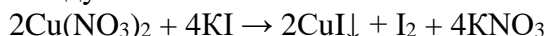
Неустойчивый в растворе гидросульфат бария диспропорционирует до нерастворимого  $\text{BaSO}_4$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$ :



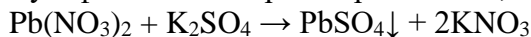
Гидроксид ртути (II) не существует, так как разлагается до оксида и воды:



Йодид меди (II) не может быть получен из-за окислительно-восстановительной реакции между катионами  $\text{Cu}^{2+}$  и анионами  $\text{I}^-$ :



Сульфат свинца нерастворим в воде, и реакция ионного обмена идет до конца:



### **Разбалловка:**

За уравнение образования  $\text{CuI}$   
За другие 5 уравнений по 4 б.

5 б  
20 б

**Итого 25 баллов**

### Задача 10-4

Некоторое вещество А содержит 15.4% углерода, 3.2% водорода, 81.4% йода. Определите вещество А. Предложите кратчайший путь синтеза вещества А из этана. Предложите схемы синтеза из соединения А: а) бензола; б) монохлорпроизводного углеводорода Б, содержащего 56.8% хлора, у которого число атомов углерода в молекуле такое же, как у вещества А. Можно использовать любые неорганические вещества. Составьте уравнения реакций, укажите условия их протекания.

### Решение

Элемент — йод  $^{127}\text{I}$  с порядковым номером 53. Вещество может иметь формулу  $\text{C}_x\text{H}_y\text{I}_z$ .

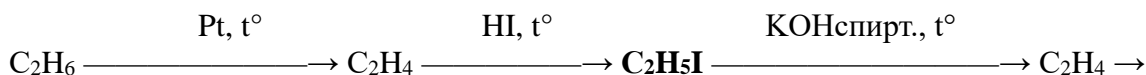
$x : y : z = 15.4/12 : 3.2/1 : 81.4/126.9 = 1.3 : 3.2 : 0.64 = 2 : 5 : 1$ . Простейшая формула  $\text{C}_2\text{H}_5\text{I}$ .

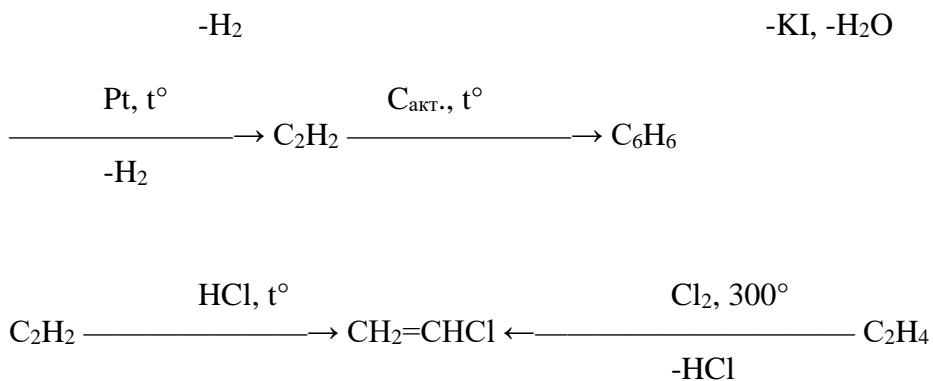
Она является единственно верной, так как  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{I}_2$  не может существовать.

Вещество Б содержит 56.8% хлора. Формулу его можно представить как  $\text{C}_2\text{H}_x\text{Cl}$ .

Выразим массовую долю хлора  $\omega(\text{Cl}) = 0.568 = 35.5/M$ , где  $M$  — молярная масса вещества Б. Отсюда  $M=62.5$ .  $x = 62.5 - 35.5 - 24 = 3$ . Следовательно, формула вещества Б  $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$  ( $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$ ). Это винилхлорид (хлорэтен).

Вариант схемы органического синтеза:





Предположение синтеза йодэтана по реакции этана с йодом считать ошибкой, так как йод в отличие от других галогенов не галоидирует алканы.

Если написаны 2 метода синтеза  $\text{CH}_2=\text{CHCl}$  (из  $\text{C}_2\text{H}_2$  и  $\text{C}_2\text{H}_4$ ), то оценить только один.

**Разбалловка:**

За определение йодэтана	4 б
За определение $\text{CH}_2=\text{CHCl}$	3 б
За 6 уравнений реакций по 3 б.	18 б

**Итого 25 баллов**