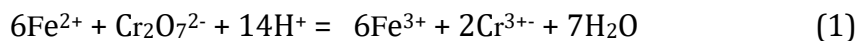


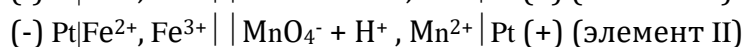
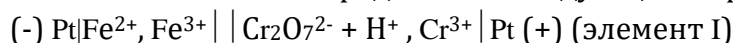
## Решение теоретического тура ОХО-2000 для 10 класс

### № 10-1-2000обл.

В окислительно-восстановительной реакции одни ионы окисляются, а другие восстанавливаются. Чтобы реакция протекала самопроизвольно, окислительный потенциал, соответствующий окисляющимся ионам, должен превышать окислительный потенциал, соответствующий восстанавливающимся ионам. Поскольку  $\varepsilon_1 > \varepsilon_2$ ,  $\varepsilon_1 > \varepsilon_3$  и  $\varepsilon_1 < \varepsilon_4$ , ионы  $\text{Fe}^{2+}$  окисляются с образованием  $\text{Fe}^{3+}$  растворами  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  и  $\text{KMnO}_4$ , но не окисляются раствором  $\text{SnCl}_4$ :



б) Гальванические элементы, которые можно сконструировать на базе этих процессов, можно схематически представить следующим образом:



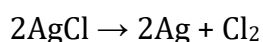
Для элемента I:  $\varepsilon_1 = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 = 0,559 \text{ В}$

Для элемента II:  $\varepsilon_{11} = \varepsilon_1 - \varepsilon_3 = 0,749 \text{ В}$

Указанные предсказания справедливы для растворов, в которых концентрация реагентов соответствуют определению стандартных электродных потенциалов и равны 1 моль эквивалентов окислителя и восстановителя в 1 л раствора. При иных концентрациях следует воспользоваться уравнением Нернста.

### №10-2-2000обл.

Наличие запаха при фоторазложении и образование при этом двух веществ позволяют предположить, что исходное вещество - хлорид серебра (бром и йод - газы;  $\text{F}_2$  не может быть выделен),



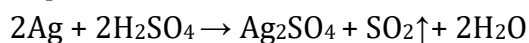
А            Б            В

Вариант I:

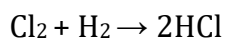


Д            Е

Вариант II:

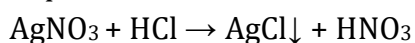


Б            Г            Д            Е



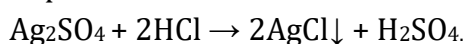
В            Ж

Вариант I:

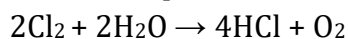


Д            Ж            А            Г

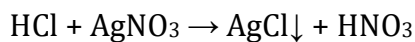
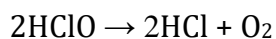
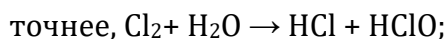
Вариант II:



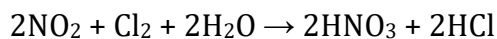
Ключевая реакция с отбросом варианта П%



В



Ж      Д      А



Е      В                      Г      Ж

### № 10-3-2000обл.

Из условия задачи ясно, что речь идет о реакции присоединения. В соответствии с п.1 основного алгоритма решения расчетных задач введем обозначения и запишем уравнения реакций. Исходный углеводород обозначим буквой А. На первый взгляд образование в реакции присоединения дихлорида (дибромида) при наличие избытка галогена свидетельствует о том, что А - алкен и его молекулярная формула  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ . Но эта простота кажущаяся: условие не содержит непосредственной информации о степени ненасыщенности состава А. Так, вполне возможно, что в его молекулах имеются ароматические или алициклы, которые в темноте и в отсутствие специального катализатора не присоединяют хлор и бром. Значит, молекулярную формулу А можно записать лишь в самом общем виде:  $\text{C}_x\text{H}_y$ . Дихлорид обозначим буквой Б, а дибромид - В



А                      Б



А                      В

$$m_B = 3,50\text{г} \quad m_B = 5,28\text{г}$$

Приступаем непосредственно к решению задачи. И сразу обнаруживаем, что в условии отсутствуют данные для прямого определения простейшей или молекулярной формулы А, Б или В привычными методами (для получения ответа нужно найти молекулярную формулу любого из них). Что же делать в этом и других подобных случаях? Внимательно еще раз прочесть условие, чтобы суметь обнаружить «зацепку» - то, от чего можно оттолкнуться для развертывания логики задачи. При этом всегда нужно как бы держать перед глазами основную формулу  $m = n \cdot M$  (зная две величины, всегда можно найти третью).

Проанализировав условие настоящей задачи и особенно уравнения 1 и 2, отмечаем следующее:

$$1. \quad n_A = n_B = n_V$$

Для простоты обозначим эту величину просто буквой n без индекса:

$$n_A = n_B = n_V = n$$

3

2. Разность неизвестных нам молярных масс  $M_B$  и  $M_V$  равна разности известных молярных масс брома (160 г/моль) и хлора (71 г/моль). При таком вычитании та часть молярной массы, которая соответствует фрагменту  $\text{C}_x\text{H}_y$ , просто сокращается:

$$M_B - M_V = M_{\text{C}_x\text{H}_y\text{Br}_2} - M_{\text{C}_x\text{H}_y\text{Cl}_2} = M_{\text{Br}_2} - M_{\text{Cl}_2} \quad 4$$

$$\text{Отсюда } M_B - M_V = 160 \text{ г/моль} - 71 \text{ г/моль} = 89 \text{ г/моль} \quad 5$$

3. Разность масс образовавшихся соединений Б и В нам также фактически известна, поскольку в условии указаны сами эти массы:

$$m_B - m_A = 5,28 \text{ г} - 3,50 \text{ г} = 1,78 \text{ г} \quad 6$$

Таким образом, мы знаем разность масс Б и В, разность их молярных масс и тот факт, что эти вещества образовались в одинаковых количествах. Значит,  $(m_B - m_A)$  можно выразить через  $n$  и  $(M_B - M_A)$ , причем единственной неизвестной величиной в полученном уравнении будет  $n$ :

$$m_B - m_A = n \cdot M_B - n \cdot M_A = n \cdot (M_B - M_A) \quad 7$$

Это и есть та “зацепка”, которую мы искали. Найти ее нам опять помогло основное соотношение  $m = n \cdot M$ , которое и “работает” в уравнении 7.

Дальнейший ход решения является стандартным. Из последнего уравнения 7 выражаем  $n$ , после чего, зная  $m_B$  и  $m_A$ , находим молярную массу любого из этих веществ:

$$n = (m_B - m_A) / (M_B - M_A) \quad 8$$

Пользуясь значениями  $(m_B - m_A)$  и  $(M_B - M_A)$  из уравнений 5 и 6:

$$n = 1,78 / 89 = 0,02 \text{ моль}$$

Пользуясь основным соотношением, находим  $M_B$ :

$$M_B = 5,28 / 0,02 = 264 \text{ г/моль}$$

Итак,  $M_B = M_{C_xH_y}$ , т.е.  $M_A$ :

$$M_A = M_{C_xH_y} = M_{C_xH_y} \cdot 2 - M_B \cdot 2 \quad 9$$

$$M_{C_xH_y} = 264 \text{ г/моль} - 160 \text{ г/моль} = 104 \text{ г/моль}$$

$$\Rightarrow 12x + y = 104 \quad 10$$

Получили одно уравнение с двумя неизвестными. Однако в данном случае найти однозначное решение возможно – для этого следует принять во внимание дополнительные условия:

1)  $x < 9$  (поскольку при  $x \geq 9$   $12x + y > 104$ ).

2)  $y \leq 2x + 2$  (максимальное число атомов водорода содержится в молекулах алканов  $M_{C_xH_{2x+2}}$ ).

Проверяем возможные значения  $x$ .

При  $x = 8$

$$y = 104 - 12 \cdot 8 = 8$$

$$8 < 2 \cdot 8 + 2$$

$\Rightarrow$  вариант  $C_8H_8$  подходит

При  $x = 7$

$$y = 104 - 12 \cdot 7 = 20$$

$$20 > 2 \cdot 7 + 2$$

углеводород  $C_7H_{20}$  не существует.

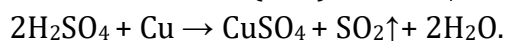
$\Rightarrow$  молекулярная формула А -  $C_8H_8$

Молекулы веществ Б и В имеют высокую степень ненасыщенности состава, но при этом не способны в обычных условиях присоединять хлор (бром). Значит, в них содержится ароматическое кольцо, причем бензольное, поскольку атомов углерода всего 8. Видимо, бензольное кольцо содержалось уже в молекулах исходного соединения, а оставшиеся два атома углерода образовывали двойную связь:  $-CH = CH_2$

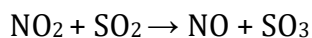
Ответ: стирол (винилбензол)

#### №10-4-2000обл.

Медь с выделением газа взаимодействует только с кислотами- окислителями:

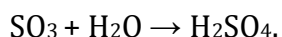
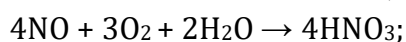
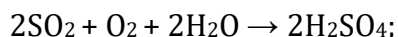
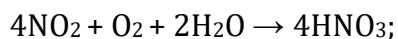


Если вещества Д и Ж -  $\text{HNO}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , тогда газы А и Б - соответственно  $\text{NO}_2$  и  $\text{SO}_2$ . При их взаимодействии протекает реакция:

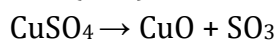
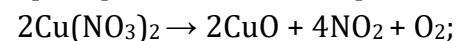


Следовательно, веществами В и Г являются  $\text{NO}$  и  $\text{SO}_3$ .

В результате растворения в воде в присутствии воздуха веществ  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}$  и  $\text{SO}_3$  возможны реакции:



При прокаливании нитрата и сульфата меди:



образуются  $\text{NO}_2$  и  $\text{SO}_3$  - вещества А и Г.

Искомые вещества А, Б, В, Г, Д, Ж являются соответственно  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

#### №10-5-2000 обл.

а) сухой остаток 2,0 г,

$\text{H}_2\text{O}$ : 0,90 г, т.е. 0,05 моль;

оксид  $\text{A}_x\text{O}_y$ : 1,1 г

$n(\text{смеси}) = 1,68/22,4 = 0,075$  моль;

$n(\text{A}_x\text{O}_y) = n(\text{смеси}) - n(\text{H}_2\text{O}) = 0,025$  моль;

$M(\text{A}_x\text{O}_y) = m/n = 1,1/0,025 = 44$  г/моль

б) осадок - соль двухвалентного металла,

$n(\text{осадка}) = 0,0125$  моль;

$M(\text{осадка}) = m/n = 1,25/0,0125 = 100$ ;

$n(\text{MO}) = 0,0125$

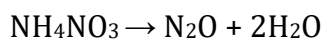
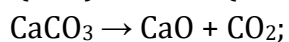
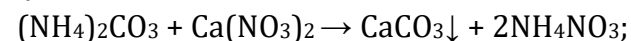
$M(\text{MO}) = m/n = 0,70/0,0125 = 56$ ;

$M(\text{M}) = M(\text{MO}) - M(\text{O}) = 56 - 16 = 40$ ;

Металл : Са

М кислотного остатка =  $100 - 40 = 60$ ;  $\text{CaCO}_3$

в) Реакции:



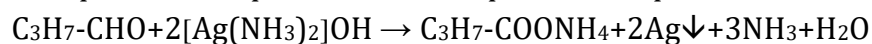
#### №10-6-2000 обл.

Общая формула этих соединений  $\text{C}_x\text{H}_{2x}\text{O}$  отличаются от общей формулы производных насыщенных углеводородов  $\text{C}_x\text{H}_{2x+2}\text{O}$  (спирты и простые эфиры) на два атома Н. Потеря двух атомов водорода соответствует либо появлению в структуре молекул двойной связи  $\text{C}=\text{C}$

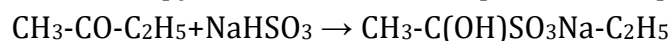
C или C=O, либо образованию насыщенного карбо- и гетероцикла. Поэтому соединения с молекулярной формулой C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O могут принадлежат к девяти классам органических веществ:

- 1) альдегиды, например, C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>-CH=O ;
- 2) кетоны, например, CH<sub>3</sub>-CO-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> ;
- 3) ненасыщенные спирты (алкенолы), например, CH<sub>2</sub>=CH-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-OH ;
- 4) простые эфиры алкенолов (алкоксиалкены), например, CH<sub>2</sub>=CH-CH<sub>2</sub>-O-CH<sub>3</sub> или CH<sub>2</sub>=CH-O-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>
- 5) гидроксипроизводные циклоалканов (циклоалканола), например,
- 6) простые эфиры циклоалканолов (алкоксициклоалканы), например,
- 7) эпоксиды (трехчленные гетероциклы, альфаокиси, оксираны) или
- 8) четырехчленные гетероциклы (оксетаны), например,
- 9) пятичленный гетероцикл (оксолан, тетрагидрофуран)

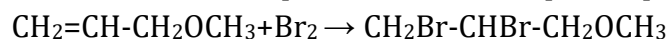
2. Для различения при одновременном присутствии в смеси целесообразно выбирать соединения различных классов, которые заметно отличаются по своим реакциям. Оптимальный выбор альдегид, кетон, и в качестве третьего класса - алкоксиалкен, для которых легко предложить избирательные реакции:



( выпадение осадка металлического серебра - реакция серебряного зеркала - специфична для альдегидов). Органические вещества ( кетон и третье соединение) могут быть отделены от водного раствора образовавшейся соли экстракцией эфиром. После удаления эфира отгонкой в смеси остаются кетон и третье выбранное вещество. Присутствие кетона может быть обнаружено с помощью образования кристаллического бисульфитного производного:



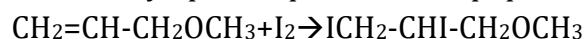
Осадок отделяют фильтрованием, а в остающемся водном растворе доказывают наличие третьего изомерного соединения. Если в качестве третьего вещества был выбран непредельный спирт или простой эфир, то теперь они могут быть обнаружены по обесцвечиванию бромной воды или раствора KMnO<sub>4</sub>:



( Заметим, что определение непредельного соединения в исходной смеси с помощью этих реакций невозможно, так как и бромная вода, и раствор KMnO<sub>4</sub> будут реагировать с альдегидом и с кетоном - кетон устойчив к действию нейтрального раствора KMnO<sub>4</sub>, но в присутствии щелочи, образующийся при окислении непредельного соединения, будет также легко окисляться. Не удастся обнаружить и непредельное соединение, если для обнаружения кетона воспользоваться иодоформной реакцией:



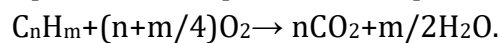
поскольку при ее проведении прореагирует и непредельное соединение :



а образующийся галогенопроизводное простого эфира смешивается иодоформом ( возможно, растворит его), и доказать, что исходная смесь содержала еще и непредельный эфир, будет достаточно трудно.)

Обдумывая предложенный вами состав смеси, подумайте - а не реагировали ли с выбранными реагентами одновременно несколько соединений и удалось ли вам однозначно доказать присутствие всех трех веществ в смеси...

Уравнение сгорания газообразного углеводорода:



Масса образовавшейся воды, г:

$$18m/2 = 9m. \text{ Масса навески углеводорода, г: } 12n + m.$$

По условию:  $9m = 12n + m$ , отсюда  $n:m$  3:3. Простейшая формула углеводорода:  $C_2H_3$ .

Реального соединения с таким составом не существует. Искомый углеводород  $C_4H_6$ . Из всех возможных изомеров (алкинов и алкадиенов) условию задачи соответствует 1,3 – бутадиен,  $CH_2=CH-CH=CH_2$ , широко используемый в промышленности для синтеза каучука.