**Всероссийская олимпиада школьников по химии**

**Муниципальный (районный) этап**

**15 ноября 2016 года**

**8 класс**

**Решение задач**

**Задание 1**

Среди перечисленных материалов от двух других (золота и серебра) отличается бронза.

Золото и серебро – индивидуальные простые металлические вещества. Бронза – смесь (сплав) двух металлов (меди и олова).

**Задание 2**

Длина ребра куба *a* = 10 нм = 10−8 м = 10−6 см.

Объем куба *V* = *a*3 = 10−18 см3.

Масса наночастицы кубической формы

*m* = *ρV* = 7.87 г/см3 · 10−18 см3 = 7.87 · 10−18 г.

Масса атома железа

*m*0 = *M*/*N*A = 56 г/моль / 6.02 · 10−23 1/моль = 9.30 · 10−23 г.

Число атомов железа в частице

*N* = *m*/*m*0 = 7.87 · 10−18 г / 9.30 · 10−23 г = 84600.

**Задание 3**

Сухой воздух представляет собой смесь газов, в основном, азота и кислорода, и характеризуется молярной массой 29 г/моль. Влажный воздух содержит пары воды – компонента с молярной массой 18 г/моль, меньшей чем у сухого воздуха. Следовательно, насыщение воздуха парами воды снижает молярную массу воздуха и делает воздух легче. Савелий прав.

**Задание 4**

Поваренная соль хорошо растворяется в воде, при добавлении уксуса растворы смешиваются, газ не выделяется.

Мел плохо растворяется в воде, при действии уксуса выделяются пузырьки бесцветного газа, мел переходит в раствор.

Алебастр плохо растворяется в воде, при добавлении уксуса газ не выделяется, осадок не растворяется.

Сода растворяется в воде, при действии уксуса выделяются пузырьки газа из раствора.

**Рекомендации по оценке решения**

|  |  |
| --- | --- |
| **Задание 1** |  |
| За указание на бронзу | 12 баллов |
| За указание на то, что бронза является сплавом | 10 баллов |
| Всего | 22 балла |
|  |  |
| **Задание 2** |  |
| За расчет объема куба | 7 баллов |
| За расчет массы наночастицы | 7 баллов |
| За расчет массы атомов железа | 7 баллов |
| За расчет числа атомов железа в наночастице | 7 баллов |
| Всего | 28 баллов |
|  |  |
| **Задание 3** |  |
| За приведение молярной массы воздуха | 6 баллов |
| За приведение молярной массы воды | 6 баллов |
| За вывод о том, что влажный воздух легче сухого | 10 баллов |
| Всего | 22 балла |
|  |  |
| **Задание 4** |  |
| За наблюдаемые явления (4 образца) – по 7 баллов | 28 баллов |
| Всего | 28 баллов |
|  |  |
| Максимальная возможная оценка | 100 баллов |

**Министерство образования и науки Нижегородской области**

**Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского**

**Всероссийская олимпиада школьников по химии**

**Муниципальный (районный) этап**

**15 ноября 2016 года**

**9 класс**

**Решение задач**

**Задание 1.**

1.1. Заполненная таблица.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Реагенты | NaOH | KI | Na2CO3 | Na2S | Na3PO4 |
| CuSO4 | Голубой | Бурый | Зеленый | Черный | Голубовато-зеленый |
| AgNO3 | Коричневый | Желтый | Белый | Черный | Коричневый |

1.2. Уравнения реакций.

CuSO4 + 2NaOH → Cu(OH)2↓ (голубой) + Na2SO4

2CuSO4 + 4KI → 2CuI↓ + I2↓ (бурая смесь) + 2K2SO4

2CuSO4 + 2Na2CO3 + H2O → (CuOH)2CO3↓ (зеленый)+ 2Na2SO4 + CO2

CuSO4 + Na2S → CuS↓ (черный) + Na2SO4

CuSO4 + Na3PO4 → Cu3(PO4)2↓ (голубовато-зеленый)+ Na2SO4

2AgNO3 + 2NaOH → Ag2O↓ (коричневый) + 2NaNO3 + H2O

AgNO3 + KI → AgI↓ (желтый) + KNO3

2AgNO3 + Na2CO3 →Ag2CO3↓ (белый) + 2NaNO3

2AgNO3 + Na2S → Ag2S↓ (черный) + 2NaNO3

2AgNO3 + 2Na3PO4 + H2O → Ag2O↓ (коричневый) + 2Na2HPO4 +2NaNO3

**Задание 2.**

Уравнение взаимодействия азота и водорода

N2 + 3H2 2NH3



Эквимолярные количества означает равенство количества вещества водорода и азота и равенство объемов этих газов. На основании уравнения реакции определяем, что водород взят в недостатке, а азот – в избытке.

Поскольку реакция является обратимой, то пусть к моменту наступления равновесия прореагировало *x* л водорода. Составим таблицу, выразив в литрах текущие значения объемов.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | N2 | H2 | NH3 |
| Было | 5 | 5 | 0 |
| Реагировало | −1/3*x* | −*x* | +2*x*/3 |
| Стало | 5 – 1/3*x* | 5 − *x* | 2*x*/3 |

Объем конечной смеси будет равен 5 – 1/3*x+*5 – *x +* 2*x*/3 = 8 л, откуда *x* = 3 л. Фактически полученный объем аммиака равен 2/3*·*3 л = 2 л.

Выход определяется как отношение фактического объема полученного аммиака к теоретически возможному объему.

Теоретически возможный объем аммиака рассчитывается из условия, если весь исходный водород прореагирует. При этом образуется 10/3 л аммиака. Выход продукта будет равен

**Задание 3.**

3.1. Поскольку при взаимодействии с калием образовался бинарный продукт, уравнение взаимодействия можно записать в общем виде

*m*K + *n*X → K*m*X*n*

Количество вещества калия

Количество вещества образовавшегося соединения

Молярная масса образовавшегося соединения



Следовательно, на элемент X в формульной единице K*m*X*n* приходится

.

Случай *m*= 1 соответствует фтору *M*(X) = 19 г/моль. Формула соединения KF. Задавая другие натуральные *m*, мы выходим за рамки возможных атомных масс, начиная с *m* > 13, не встретив других вариантов элементов. Таким образом, **X** – это F2, а **Y** – это KF.

Уравнение реакции 2K + F2 → 2KF.

3.2. Объем фтора, участвующего в реакции

**Задание 4.**

Уравнение взаимодействия

Ba(NO3)2 + Na2SO4 → BaSO4↓ + 2NaNO3

Масса нитрата бария в исходном растворе равна 250 · 0.25 = 62.5 г.

Обозначим *x* г – массу раствора сульфата натрия. Тогда масса сульфата натрия в нем 0.1*x* г, а количество вещества (0.1*x*)/142 моль. Согласно химическому уравнению количество вещества нитрата бария, вступившего в реакцию, также равно (0.1*x*)/142 моль, а его масса 261 · (0.1*x*)/142 г. Масса нитрата бария, оставшегося в растворе, равна

62.5 − 261 · (0.1*x*)/142.

В результате реакции образуется осадок, который не входит в массу раствора. Масса осадка сульфата бария определяется количеством вещества прореагировавшего сульфата натрия и составляет

233 · (0.1*x*)/142 г.

Масса конечного раствора равна сумме масс смешанных растворов за вычетом массы осадка, а именно,

250 + *x* − 233 · (0.1*x*)/142 г.

Получаем уравнение для массовой доли нитрата бария

из которого находим *x* = 35.6 г.

**Рекомендации по оценке решения**

|  |  |
| --- | --- |
| Задача 1 | |
| За указание окраски осадков (5 осадков) – по 1 баллу | 5 баллов |
| За уравнения реакций (10 уравнений) – по 2 балла | 20 баллов |
| Всего | 25 баллов |

|  |  |
| --- | --- |
| Задача 2 | |
| За уравнение реакции | 2 балла |
| За вывод о недостатке водорода | 3 балла |
| За расчет фактически полученного объема аммиака | 10 баллов |
| За расчет теоретически возможного объема аммиака | 5 баллов |
| За расчет выхода реакции | 5 баллов |
| Всего | 25 баллов |

|  |  |
| --- | --- |
| Задача 3 | |
| За уравнение реакции в общем виде | 4 балла |
| За расчет количества вещества калия | 3 балла |
| За расчет молярной массы второго элемента | 5 баллов |
| За вывод о фторе | 5 баллов |
| За уравнение реакции образования фторида калия | 3 балла |
| За расчет объема фтора | 5 баллов |
| Всего | 25 баллов |

|  |  |
| --- | --- |
| Задача 4 | |
| За уравнение реакции образования осадка | 3 балла |
| За расчет массы нитрата бария в исходном растворе | 2 балла |
| За выражение массы нитрата бария, оставшегося в растворе | 4 балла |
| За выражение массы осадка | 4 балла |
| За выражение массы конечного раствора | 4 балла |
| За выражение массовой доли нитрата бария | 4 балла |
| За расчет необходимой массы раствора сульфата натрия | 4 балла |
| Всего | 25 баллов |

Максимальная возможная оценка 100 баллов

**Министерство образования и науки Нижегородской области**

**Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского**

**Всероссийская олимпиада школьников по химии**

**Муниципальный (районный) этап**

**15 ноября 2016 года**

**10 класс**

**Решение задач**

**Задание 1.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Уравнение реакции с учетом соотношения продуктов в смеси: | | | | | | | | | | | |
|  | 13CO | + | 33H2 | ⎯→ | 3CH4 | + | 2C2H6 | + | 2C3H8 | + | 13H2O |
| Рассмотрим смесь из 1 моль CO и 2 моль H2, которая соответствует заданному объемному отношению исходных газов. Выразим количества вещества каждого из участников реакции. | | | | | | | | | | | |
| Было: | 1 |  | 2 |  | 0 |  | 0 |  | 0 |  | 0 |
| Израсх.  (образ.) | 0.1 |  | (0.1⋅33)/13 |  | (0.1⋅3)/13 |  | (0.1⋅2)/13 |  | (0.1⋅2)/13 |  | 0.1 |
| Стало: | 0.9 |  | (2-0.254) |  | 0.0230 |  | 0.0154 |  | 0.0154 |  | 0.1 |
| Таким образом, исходное количество вещества составляло 3 моль, а конечное будет равно  (0.9 + 2 – 0.254 + 0.0230 + 0.0154 + 0.0154 + 0.1) = 2.8 моль. | | | | | | | | | | | |
| Уменьшение количества вещества означает, что давление в системе уменьшится в 3 / 2.8 = 1.07 раза. | | | | | | | | | | | |

Рекомендации по оценке решения.

|  |  |
| --- | --- |
| За уравнение реакции | 5 баллов |
| За расчет количеств образовавшихся веществ | 15 баллов |
| За расчет изменения давления в системе | 5 баллов |
| Всего | 25 баллов |

**Задание 2.**

2.1. Из плотности по воздуху находим молярную массу вещества:

*M* = 4.38 · 29 г/моль = 127 г/моль.

В 1 моль вещества содержится 127 · 0.559 = 71 г хлора (2 моль атомов), 127 · 0.378 = 48 г углерода (4 моль атомов) и 127 · 0.063 = 8 г водорода (8 моль атомов). Формула вещества – С4Н8Сl2. Число атомов углерода, водорода и хлора в молекуле соответствуют хлорзамещенному алкану.

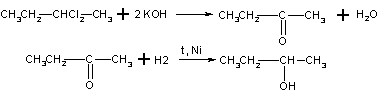
2.2. Вторичные спирты образуются при восстановлении кетонов, следовательно, при гидролизе С4Н8Сl2 образуется кетон. Это означает, что два атома хлора находятся при одном атоме углерода в середине цепи. Таким образом,

веществом **X** является 2,2−дихлорбутан  СН3−СН2−ССl2−СН3,

веществом **Y** является бутанон−2  СН3−СН2−СO−СН3,

веществом **Z** является бутанол−2  СН3−СН2−СH(OH)−СН3.

2.3. Уравнения реакций:



Рекомендации по оценке решения.

|  |  |
| --- | --- |
| За определение молярной массы **X** | 4 балла |
| За установление брутто-формулы вещества | 7 баллов |
| За структурные формулы веществ **X**, **Y** и **Z** (по 2 балла) | 6 баллов |
| За названия веществ **X**, **Y** и **Z** (по 1 баллу) | 3 балла |
| За уравнения реакций (2 уравнения) – по 2 балла | 4 балла |
| Всего | 24 балла |

**Задание 3.**

3.1. Уравнения реакций:

MgSO4 + Ba(NO3)2 ⎯→ BaSO4↓ + Mg(NO3)2;

MgCl2 + 2AgNO3 ⎯→ 2AgCl↓ + Mg(NO3)2.

3.2. Пусть в 2.0 г исходной смеси содержится *х*г MgCl2. Тогда:

*m*(MgCl2) = *x*г.

*m*(MgSO4) = (2 – *x*) г.

*n*(MgSO4) = *m*(MgSO4) / *M*(MgSO4) = (2 – *x*) / (24 + 32 + 4 ⋅ 16) = = (2 − *x*) / 120 моль.

*n*(BaSO4) = *n*(MgSO4) = (2 – *x*) / 120 моль.

*m*(BaSO4) = *n*(BaSO4) ⋅ *M*(BaSO4) = (2 – *x*) / 120 ⋅ (137 + 32 + 4 ⋅ 16) =

= 1.94(2 – *x*) = 3.88 – 1.94*x*г.

*n*(MgCl2) = *m*(MgCl2) / *M*(MgCl2) = *x*/ (24 + 2 ⋅ 35.5) = 0.0105*x*моль.

*n*(AgCl) = 2*n*(MgCl2) = 2 ⋅ 0.0105*x*= 0.0210*х*г.

*m*(AgCl) = *n*(AgCl) ⋅ *M*(AgCl) = 0.0210*x*⋅ (108 + 35.5) = 3.01*x*г.

По условию задачи:

*m*(AgCl) / *m*(BaSO4) = 3, то есть 3.01*x*/ (3.88 – 1.94*x*) = 3. Отсюда:

3.01*х*= 11.6 – 5.82*х*

8.83*х*= 11.6

*х*= 1.31 ≈ 1.3 г.

*m*(MgCl2) = 1.3 г, *m*(MgSO4) = (2 – 1.3) = 0.7 г.

ω(MgCl2) = *m*(MgCl2) / *m*(смеси) = 1.3 / 2 = 0.65, или 65 %.

ω(MgSO4) = 1 – ω(MgCl2) = 1 – 0.65 = 0.35, или 35 %.

3.3. Уравнения реакций:

MgSO4 + 2KOH ⎯→ Mg(OH)2 + K2SO4;

MgCl2 + 2KOH ⎯→ Mg(OH)2 + 2KCl.

Тогда:

*n*(Mg(OH)2) = *n*(MgSO4) + *n*(MgCl2).

*n*(MgSO4) = *m*(MgSO4) / *M*(MgSO4) = 0.7 / 120 = 0.00583 моль.

*n*(MgCl2) = *m*(MgCl2) / *M*(MgCl2) = 1.3 / 95 = 0.0137 моль.

*n*(Mg(OH)2) = 0.00583 + 0.0137 = 0.0195 моль.

*m*(Mg(OH)2) = *n*(Mg(OH)2) ⋅ *M*(Mg(OH)2) = 0.0195 ⋅ 58 = 1.13 г.

Рекомендации по оценке решения.

|  |  |
| --- | --- |
| За уравнения реакций осаждения BaSO4 и AgCl (2 уравнения) | 4 балла |
| За расчет массовых долей солей в исходной смеси | 10 баллов |
| За уравнения реакций осаждения Mg(OH)2 (2 уравнения) | 4 балла |
| За расчет массы осадка Mg(OH)2 | 7 баллов |
| Всего | 25 баллов |

**Задание 4**

4.1. Вещество **X** – ионный фосфид металлического элемента (обычно щелочного, щелочноземельного или редкоземельного, а также цинка или алюминия), например, Na3P.

Вещество **Y** – фосфорная ортокислота или ее галогенангидриды (пентахлорид фосфора). Здесь будет рассмотрена H3PO4.

4.2. Уравнения реакций. Могут отличаться в зависимости от выбора веществ **X** и **Y**.

P + 3Na → Na3P (1)

(с другими металлами протекают аналогичные реакции)

Na3P + 3H2O → 3NaOH + PH3 (2)

(кроме воды, можно использовать растворы кислот-неокислителей,

в продуктах вместо гидроксида металла появляются соли этих кислот)

2PH3 + 4O2 → 2H3PO4 (3)

(для окисления подходят также концентрированные азотная или хлорноватая кислоты, пероксид водорода или пероксиды металлов в кислой среде, хлор, бром или озон в водном растворе, дихромат, хлорат или перманганат калия в кислой среде, диоксиды свинца или марганца в кислой среде)

Ca(OH)2 + H3PO4 → CaHPO4 + 2H2O (4)

(подходят также кальциевые соли слабых кислот, например, карбонат)

2CaHPO4 + 5C + 2SiO2 → 2CaSiO3 + 5CO + 2P + H2O. (5)

4.3. Реакции (1) и (5) реакции протекают при сплавлении реагентов, реакции (2) и (4) протекают в водном растворе при комнатной температуре. В реакции (4) соединения кальция и ортофосфорная кислота должны быть взяты в эквимолярных количествах. Реакция (3) протекает при сгорании фосфина в кислороде. Другие возможные процессы с перечисленными выше реагентами протекают при непосредственном смешивании веществ (концентрированные кислоты) или в кислом водном растворе.

Рекомендации по оценке решения.

|  |  |
| --- | --- |
| За выбор подходящих веществ **X** и **Y** (2 вещества) – по 3 балла | 6 баллов |
| За уравнения реакций (5 уравнений) – по 3 балла | 15 баллов |
| За условия протекания реакций (5 реакций) – по 1 баллу | 5 баллов |
| Всего | 26 баллов |

**Министерство образования и науки Нижегородской области**

**Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского**

**Всероссийская олимпиада школьников по химии**

**Муниципальный (районный) этап**

**15 ноября 2016 года**

**11 класс**

**Решение задач**

**Задание 1**

1.1. Минерал называется бокситом.

1.2. **A** – диакватетрагидроксоалюминат натрия Na[Al(OH)4(H2O)2], **B** – метасиликат натрия Na2SiO3, **C** – гидроксид алюминия Al(OH)3, **D** – оксид алюминия Al2O3, **E** и **F** – криолит Na3AlF6 и флюорит CaF2.

1.3. Уравнения реакций:

Al2O3 + 2NaOH + 7H2O → 2Na[Al(OH)4(H2O)2]

или AlOOH + NaOH + 3H2O → Na[Al(OH)4(H2O)2] (любое из них – 1 балл, другое – не засчитываем)

SiO2 + 2NaOH → Na2SiO3 + H2O

Na[Al(OH)4(H2O)2] → NaOH + Al(OH)3 + 2H2O

2Na[Al(OH)4(H2O)2] + CO2 → Na2CO3 + 2Al(OH)3 + 5H2O

2Al(OH)3 → Al2O3 +3H2O

2Al2O3 → 4Al + 3O2

1.4. Выделяющийся на аноде кислород окисляет графит по реакции

C + O2 → CO2

Суточное количество графита 18 тонн, или 1.5 · 106 моль. С таким количеством вещества прореагирует 1.5 · 106 моль кислорода, которому по уравнению реакции электролиза соответствует 2 · 106 моль алюминия, или 54 тонны металла.

**Рекомендация по оценке решения задачи**

|  |  |
| --- | --- |
| За название минерала | 5 баллов |
| За формулы и названия веществ **A** – **F** (6 веществ) | 6 баллов |
| За уравнения реакций (6 уравнений) | 6 баллов |
| За расчет массы алюминия | 8 баллов |
| **Всего** | **25 баллов** |

**Задача 2**

2.1. Продукты первичного окисления соединения X:



2.2. При окислении α-кетокислот в указанных условиях происходит декарбоксилирование и последующее окисление образующихся при этом альдегидов до соответствующих карбоновых кислот.

**

Щавелевая кислота в указанных условиях окисляется до углекислого газа и воды:



2.3. Для деструктивного окисления соединений, содержащих двойные связи, также используется озон.

2.4. Расчет брутто-формулы:

Пусть брутто-формула вещества X: С*a*H*b*O*c*.

Уравнение сгорания вещества X можно записать следующим образом:



Относительную молекулярную массу вещества X можно выразить уравнением:

*M* = 12*a*+ *b*+ 16*c*= 286. (1)

Проведем расчет количеств израсходованного кислорода и образовавшихся диоксида углерода и воды:



На основании уравнения сгорания можно записать следующие соотношения:



Решая систему уравнений (1) − (3) с тремя неизвестными, получаем *a* = 20, *b* = 30, *c* = 1. Брутто-формула вещества X имеет вид С20H30O.

Альтернативный вариант расчета:

Из вычисленных количеств израсходованного кислорода и образовавшихся CO2 и H2O получим, что в соединении X:

*n*(C) = 0.020 моль (из количества вещества CO2),

*n*(H) = 0.030 моль (из количества вещества H2O),

*n*(O) = 0.040 + 0.015 − 0.054 = 0.001 моль (разность количества вещества атомов кислорода в CO2 и H2O и в кислороде, необходимом для сгорания).

Простейшая брутто-формула С20H30O. Она соответствует молярной массе вещества **X** (286 г/моль).

2.5. Вещество **X** – это ретинол (витамин А).



**Рекомендация по оценке решения задачи**

|  |  |
| --- | --- |
| За структурные формулы 3,3-диметил-2,7-диоксооктановой, пировиноградной и щавелевой кислот (по 1 баллу за каждую из 3 формул) | 3 балла |
| За структурные формулы продуктов дальнейшего окисления 3,3-диметил-2,7-диоксооктановой, пировиноградной и щавелевой кислот в указанных условиях (по 2 балла за каждую из 3 формул) | 6 баллов |
| За указание на озон как реагент, вызывающий деструктивное окисление непредельных соединений | 1 балл |
| За определение брутто-формулы вещества **X** | 7 баллов |
| За структурную формулу вещества **X** | 6 баллов |
| За название вещества **X** | 2 балла |
| **Всего** | **25 баллов** |

**Задача 3**

3.1. Так как сплавлением **В** со щелочью получается метан, следовательно, **В** – ацетат натрия, тогда **Г** – этиловый спирт. Ацетат натрия и этиловый спирт получают при гидролизе этилацетата – это **А**. Вещество **Б** должно иметь альдегидную группу, которая в условиях окисления оксидом серебра будет переходить в карбоксильную, а также – гидроксильную группу, которая не будет окисляться в условиях реакции «серебряного зеркала», следовательно, **Б** – 4−гидроксибутаналь, который далее окисляется в 4−гидроксибутановую кислоту – вещество **Д**. Способность **Д** образовывать сложные эфиры по реакциям с кислотами и спиртами указывает на наличие в его составе гидроксогруппы и карбоксильной групп. Способность **Д** к внутримолекулярной циклизации с образованием лактона подчеркивает относительное положение гидроксильной и карбоксильной групп – вещество должно быть γ−гидроксикислотой. Варианты пропилформиата и изопропилформиата, также отвечающие формуле C4H8O2, не удовлетворяют другим условиям задачи: в результате реакции серебряного зеркала образуются пропиловый или изопропиловый спирты, а не гидроксикарбоновые кислоты.

3.2. Схемы реакций:

NaOH, H2O

СН3СООС2Н5 ⎯⎯⎯⎯→ СН3СООNa + C2H5OH

**A** - этилацетат **B –** ацетат натрия **Г-** этанол

NaOH, сплавление

СН3СООNa ⎯⎯⎯⎯⎯→ СН4  + Na2СО3

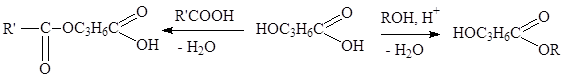
C2H5OH + Na ⎯→ C2H5ONa + ½H2



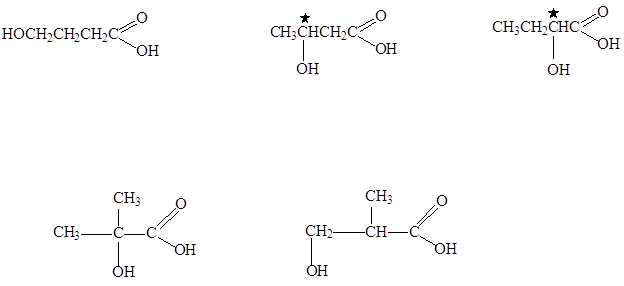
**Б** – 4-гидроксибутаналь **Д –** 4**-**гидроксибутановая кислота



**Е** - γ−бутиролактон



3.3. Изомеры **Д** с теми же функциональными группами:

**

4 - гидроксибутановая 3 - гидроксибутановая 2 - гидроксибутановая

к-та к-та к-та

2- метил-2-гидроксипропановая 2- метил-3-гидроксипропановая

к-та к-та

3.4. Оптическую активность будут проявлять 2−гидроксибутановая и 3−гидроксибутановая кислоты.

**Рекомендация по оценке решения задачи**

|  |  |
| --- | --- |
| За структурные формулы **А**−**Е** (6 веществ) – по 1 баллу | 6 баллов |
| За названия **А**−**Е** (6 веществ) – по 1 баллу | 6 баллов |
| За схемы реакций (7 превращений) – по 1 баллу | 7 баллов |
| За изомеры **Д** (4 изомера) – по 1 баллу | 4 балла |
| За оптические изомеры **Д** (2 изомера) – по 1 баллу | 2 балла |
| **Всего** | **25 баллов** |

**Задача 4**

4.1. Запишем выражение для константы равновесия реакции:

,

где , и  – парциальные давления компонентов в равновесной газовой смеси.

Примем *x* – степень превращения диоксида серы. Тогда равновесная газовая смесь содержит

(8 – 8*x*) л SO2, (10 – 4*x*) л O2, 82 л N2 и 8*x* л SO3.

Объем конечной газовой смеси равен:

*V* = (8 – 8*x*) + (10 – 4*x*) + 82 + 8*x* = 100 – 4*x*.

Объемная доля SO2 в равновесной смеси составляет 2.5 об.% или 0.025, т.е.:

, откуда *x* = 0.70.

Таким образом, объем равновесной газовой смеси равен:

*V* = 100 – 4*x* = 100 – 4 ⋅ 0.70 = 97.2 л.

Парциальные давления компонентов равновесной смеси:

 МПа,

 МПа,

 МПа.

Константа равновесия реакции равна:

 (МПа–1).

4.2. Реакция окисления оксида серы (IV) – одна из стадий производства серной кислоты контактным способом.

**Рекомендация по оценке решения задачи**

|  |  |
| --- | --- |
| За выражение для константы равновесия реакции | 3 балла |
| За выражение объема компонентов в равновесной газовой смеси | 5 баллов |
| За нахождение выхода реакции | 5 баллов |
| За расчет объема равновесной газовой смеси | 2 балла |
| За расчет парциальных давлений компонентов равновесной смеси | 5 баллов |
| За расчет константы равновесия | 3 балла |
| За указание на применение реакции в промышленности | 2 балла |
| **Всего** | **25 баллов** |