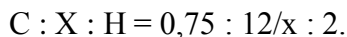


№ 3

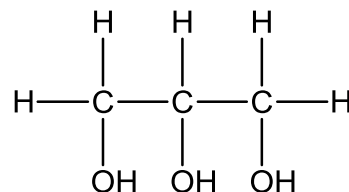
Согласно отношению масс находим отношение количества вещества:



Исходя из того, что по условию количество элемента X численно равно количеству углерода, окончательно находим отношение количества вещества $C : X : H = 0,75 : 0,75 : 2 = 3 : 3 : 8$.

Следовательно, формула соединения $C_3X_3H_8$.

Найдём $A_r(X) = 12/0,75 = 16$, что совпадает с атомной массой кислорода. Тогда формула неизвестного вещества $C_3O_3H_8$ — это глицерин.



Структурная формула глицерина представлена справа.

При комнатной температуре глицерин представляет собой прозрачную маслянистую жидкость.

Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|---|-----------|
| 1. Определены отношения масс – 2 балла | 2 балла |
| 2. Определён неизвестный элемент – 2 балла (если при этом не приведён соответствующий расчёт, ставится 0.5 балла). | 2 балла |
| 3. Выведена формула с неизвестным элементом – 2 балла (если при этом не приведён соответствующий расчёт, ставится 0.5 балла). | 2 балла |
| 4. Предложена структурная формула неизвестного вещества. | 3 балла |
| 5. Приведено название вещества – 0.5 балла. | 0.5 балла |
| 6. Указано агрегатное состояние вещества при комнатной температуре – 0.5 балла. | 0.5 балла |

ИТОГО: 10 баллов

№ 4

- 1) $Na_2SO_4 + H_2SO_4 = 2NaHSO_4$ или $NaOH + SO_3 = NaHSO_4$;
- 2) $Mg_2Si + 4H_2O = SiH_4 + 2Mg(OH)_2$;
- 3) $2AsH_3 + 3O_2 = As_2O_3 + 3H_2O$;
- 4) $2Al + 6HBr = 2AlBr_3 + 3H_2$;
- 5) $Hg(NO_3)_2 + 2KOH = HgO + H_2O + 2KNO_3$.

Рекомендации к оцениванию:

1. За каждое уравнение реакции ставится 2 балла (если в уравнении неверно расставлены коэффициенты, за него ставится 1 балл). $1 \times 10 = 10$ баллов

ИТОГО: 10 баллов

№ 5

Неизвестный катион X^{n+} можно определить по цвету раствора нитрата: такому цвету соответствует только растворы меди(II), действительно, раствор $Cu(NO_3)_2$ имеет синеголубой раствор, а CuO — нерастворимый в воде чёрный оксид, который при взбалтывании образует суспензию.

Перейдём к определению Z^{k-} : запишем все возможные анионы, которые не образуют с Ba^{2+} и Cu^{2+} осадки и не взаимодействуют с ионами Cu^{2+} в растворе: Cl^- , Br^- , NO_3^- , CH_3COO^- . Нитрат-анион не подходит, т.к. стоит уже в первой строчке таблицы. Ацетат-анион и хлорид-анион не подходят, т.к. они не образуют жёлтого осадка ни с какими катионами. Остаётся только Br^- : $CuBr_2$ – голубой раствор, а $BaBr_2$ – бесцветный раствор.

Для завершения таблицы остаётся определить Y^{m+} . Для этого посмотрим, какие катионы образуют с бромид-анионом осадки: Ag^+ , Hg^{2+} , Pb^{2+} . При этом только $AgBr$ имеет жёлтый цвет, таким образом, $Y^{m+} = Ag^+$.

	Cu^{2+}	Ba^{2+}	Ag^+
NO_3^-	Сине-голубой раствор	Бесцветный раствор	Бесцветный раствор
Br^-	Голубой раствор	Бесцветный раствор	Желтая суспензия
O^{2-}	Черная суспензия	Бесцветный раствор	Черная суспензия

Ниже записаны возможные реакции получения исследуемых веществ:

- $\text{CuO} + 2\text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{CuO} + 2\text{HBr} = \text{CuBr}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $2\text{Cu} + \text{O}_2 = 2\text{CuO}$
- $\text{Ag}_2\text{O} + 2\text{HNO}_3 = 2\text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{AgNO}_3 + \text{KBr} = \text{AgBr} \downarrow + \text{KNO}_3$
- $4\text{Ag} + \text{O}_2 = 2\text{Ag}_2\text{O}$
- $\text{BaO} + 2\text{HNO}_3 = \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O} \uparrow$
- $\text{Ba} + 2\text{HBr} = \text{BaBr}_2 + \text{H}_2 \uparrow$
- $2\text{Ba} + \text{O}_2 = 2\text{BaO}$

Рекомендации к оцениванию:

- Определён X^{n+} – 1.5 балла. 1.5 балла
- Определён Y^{m+} – 2 балла. 2 балл
- Определён Z^{k-} – 2 балла. 2 балл
- За каждое верно записанное уравнение реакции – 0.5 балла (если в уравнении неверно расставлены коэффициенты, за него ставится 0.25 балла). $0.5 \times 9 = 4.5$ балла

ИТОГО: 10 баллов

№ 6

Зная плотность газообразного вещества, можно определить его молярную массу:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{v \cdot M}{v \cdot V_m} = \frac{M}{V_m}$$

$$M(\text{B}) = \rho \cdot V_m = 0.089 \cdot 22.4 = 2 \text{ г/моль}$$

Единственный возможный вариант с таким значением – водород, **В – H₂**.

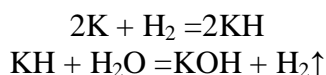
Т.к. при взаимодействии **А** и **В** образуется твердое вещество **С**, логично предположить, что **А** — это металл, а **С** — соответствующий гидрид. Пусть формула **С** — A_xH_y , тогда:

$$x : y = \frac{97,5}{A_r(\text{A})} : \frac{2,5}{1} = \frac{39}{A_r(\text{A})} : 1$$

Очевидно, верное соотношение $x : y = 1 : 1$, т.к. в этом случае $A_r(\text{A}) = 39$, что соответствует калию (гидрид — **КН**). При взаимодействии гидрида с водой образуется щелочь (это доказывает окрашивание индикатора фенолфталеина в малиновый цвет).

А	В	С	Д
К	H ₂	КН	КОН

Уравнения реакций:



Расчет массовой доли гидроксида калия в полученном растворе:

$$n(\text{KH}) = \frac{8}{40} = 0.2 \text{ моль} = n(\text{КОН}) = n(\text{H}_2)$$

$$m(\text{КОН}) = 0.2 \cdot 56 = 11,2 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2) = 0.2 \cdot 2 = 0,4 \text{ г}$$

$$m_{p-pa} = 8 + 100 - 0.4 = 107,6 \text{ г}$$

$$\omega(\text{KOH}) = \frac{11.2}{107,6} = 0,1041 \text{ (10.41\%)}$$

Рекомендации к оцениванию:

1. Определены вещества A-D (1 балл за каждое, без обоснования – 0,5 балла за вещество). $1 \times 4 = 4 \text{ балла}$
2. Записаны 2 уравнения реакций (1 балл за каждое, если реакция не уравнена – 0,5 балла). $1 \times 2 = 2 \text{ балла}$
3. Рассчитана массовая доля щёлочи (при вычислении по действиям оцениваются количество гидроксида калия, масса гидроксида калия, масса раствора, массовая доля – по 1 баллу). $1 \times 4 = 4 \text{ балла}$

ИТОГО: **10 баллов**

№ 7

- 1) Количество газов, содержащихся в сосуде $n = \frac{1}{22,4} = 0,045$ моль, в том числе (учитывая соотношение 2 : 1): $n(\text{O}_2) = 0,015$ моль и $n(\text{H}_2) = 0,030$ моль.

Теплоемкости этих газов при $t = 0^\circ\text{C}$:

$$c(\text{O}_2) = 29,276 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}\cdot^\circ\text{C}}$$

$$c(\text{H}_2) = 28,387 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}\cdot^\circ\text{C}}$$

$$c(\text{смеси}) = 29,276 \cdot 0,015 + 28,387 \cdot 0,030 = 1,29 \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{C}}$$

- 2) Такая смесь называется гремучим газом. Наиболее взрывоопасным считается стехиометрическое соотношение реагирующих газов, т.е. 2 : 1
- 3) $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$

Гремучий газ самовоспламеняется при высокой температуре или в присутствии любого источника зажигания (искра, открытое пламя). В отсутствие данных воздействий смесь водорода с кислородом может храниться очень долго, так как скорость реакции их взаимодействия очень мала.

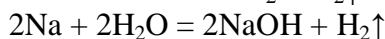
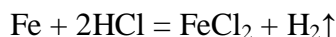
- 4) В указанном диапазоне температур теплоемкость содержимого сосуда не будет зависеть от соотношения газов только в случае, если теплоемкости газов будут равны:

$$2 \cdot 10^{-5}t^2 + 0,0037t + 29,276 = -8 \cdot 10^{-5}t^2 + 0,0129t + 28,387$$

$$10^{-4}t^2 - 0,0092t + 0,889 = 0$$

Т.к. $D < 0$, корней у этого уравнения нет. Следовательно, и такого значения температуры в указанном диапазоне не существует.

- 5) Получение водорода можно осуществить взаимодействием металлов с кислотами или щелочных / щелочноземельных металлов с водой:



Получить кислород можно нагреванием некоторых солей:



Рекомендации к оцениванию:

1. Рассчитана теплоемкость содержимого сосуда 3 балла
 - вычисление количеств газов – 1 балл
 - значения теплоемкости каждого газа – 1 балл
 - значение теплоемкости содержимого сосуда – 1 балл (расчет в общем виде при правильном расчете оценивается в полный балл)
2. Приведено название смеси 1 балл

3. Записано уравнения реакции – 1 балл *2 балла*
Условия (высокая температура, источники инициирования) по 0,5 балла
4. Дан ответ об отсутствии такой температуры обоснованием 2 балла *2 балла*
(без обоснования 0 баллов)
5. Уравнения реакций по 1 баллу *1 × 2 = 2 балла*
(если приведено уравнение разложения воды под действием электрического тока – 1 балл, без условий – 0 баллов)
- ИТОГО:** ***10 баллов***