**Первый этап республиканской олимпиады по химии**

**(2020/2021 учебный год)**

**9 класс**

**ОТВЕТЫ**

Тест: 10 баллов.

Задачи: 38,5 баллов.

Мысленный эксперимент: 23,5 балла.

ИТОГО: 72 балла.

**Тест**

За каждый правильный ответ – 1 балл.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *№ задания* | ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** | ***10*** |
| *Вариант ответа* | *а* | *б* | *б* | *г* | *в* | *г* | *а* | *в* | *б* | *г* |

**Решение задач**

**Задача № 1 (14 баллов)**

При взаимодействии некоторого металла (Me) массой 22,4 г с простым веществом, в ядрах атомов которого по 17 протонов, образуется химическое соединение **А** массой 65 г, в котором металл проявляет степень окисления +3.

*а) Напишите схему протекающей химической реакции. (2 б.)*

*б) Определите неизвестный металл. (4,5 б.)*

*в) Запишите уравнения химических реакций согласно схеме превращений, укажите типы химических реакций: (7,5 б.)*

***А*** *+ NaOH (разб.) → Б В Me Г Me.*

*t +Al, t +HCl +?*

а) Правильное составление формулы:

простого вещества – Cl2 – 0,5 б.,

продукта реакции – МеСl3 – 0,5 б.

Написание схемы реакции: 2Ме + 3Cl2 → 2MeCl3 – 1б.

б) Определение неизвестного металла:

∆m = m(Cl2) = 65 - 22,4 = 42,6 (г) – 1б.

n(Cl2) = m/M *=* 42,6 : 71 = 0,6 (моль) – 1б.

По уравнению хим. реакции n(Ме) = (0,6 ∙ 2) : 3 = 0,4 (моль) – 1 б.

М(Ме) = m/n = 22,4 : 0,4 = 56 (г/моль) – 1б.

Это **железо –** 0,5 б.

в) За правильно записанные уравнения химических реакций – по 1 б. (если ошибки при расстановке коэффициентов – по 0,5 балла, если ошибки в формулах – 0 баллов);

за указанные типы химических реакций – по 0,5 б.

**FeCl3** + 3NaOH = **Fe(OH)3**↓ + 3NaCl, реакция обмена,

2Fe(OH)3 = **Fe2O3** + 3H2O↑ (при нагревании), реакция разложения

Fe2O3 + 2Al = Al2O3 + 2**Fe** (при нагревании), реакция замещения, ОВР

Fe + 2HCl = **FeCl2** + H2↑, реакция замещения, ОВР

FeCl2 + **Zn** = ZnCl2 + **Fe**↓, реакция замещения, ОВР (любая подходящая реакция по схеме: FeCl2 → Fe)

**Задача № 2 (9 баллов)**

В лаборатории хлор можно получить при взаимодействии бертолетовой соли с концентрированной соляной кислотой при нагревании:

KСlO3 + HCl Cl2 + KCl + H2O.



*а) Расставьте степени окисления химических элементов. (1 б.)*

*б) Определите окислитель и восстановитель. (1 б.)*

*в) Покажите передачу электронов от восстановителя к окислителю и их количество. (1 б.)*

*г) Запишите уравнение протекающей реакции, расставив коэффициенты методом электронного баланса. (3 б.)*

*д) Какая масса окислителя понадобится для выделения 17,92 л (н.у.) хлора? (3 б.)*

а) Расстановка степеней окисления – 1б.

б) Указание окислителя и восстановителя – 1 б.

в) Передача электронов (от **Cl-** к **Cl+5** передаётся **6 ē**) – 1 б.

г) Расстановка коэффициентов (без записи схем процессов восстановления и окисления) – 1б., за каждый процесс – по 1 б.

**6 ē**

К+**Cl+5**O-23 + H+**Cl -** → Cl20 + K+Cl- + H+2O-2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Cl+5 + 6 ē → Cl- | 6 | 6 | 1 | восстановление | окислитель |
| Cl– – 1 ē →Cl0 | 1 | 6 | окисление | восстановитель |

К+Cl+5O-23 + 6H+Cl - = 3Cl20 + K+Cl- + 3H+2O-2

д) n(Cl2) = V*/*Vm *=* 17,92 : 22,4 = 0,8 (моль) – 1б.

По уравнению хим. реакции n(KClO3) = (0,8 ∙ 1) : 3 ≈ 0,267 (моль) – 1 б.

**m(KClO3)** = n M = 0,267 ∙ 122,5 **≈ 32,7 (г)** – 1 б.

**Задача № 3 (15,5 баллов)**

К 240 г 2,85 %-го раствора гидроксида бария добавили 200 мл раствора азотной кислоты с молярной концентрацией 0,5 моль/дм3.

*а) Запишите уравнение протекающей химической реакции в молекулярном, полном и сокращённом ионном виде. (3 б.)*

*б) Какой будет окраска лакмуса в полученном растворе? Ответ подтвердите расчётами. (6,5 б.)*

*в) Какая масса соли образуется в результате реакции? (3 б.)*

*г) Каким образом можно подтвердить наличие ионов бария в растворе? Обоснуйте свой вариант ответа. (3 б.)*

а) Ba(OH)2 + 2HNO3 = Ва(NO3)2 + 2Н2О – 1 б.

Ba2+ + 2OH- + 2H+ + 2NO3- = Ва2+ + 2NO3- + 2Н2О – 1 б.

H+ + OH- = Н2О – 1 б.

б) m[Ba(OH)2] = mр ω = 240 ∙ 0,0285 = 6,84 (г) – 1 б.

Вычисление химического количества исходных веществ:

n[Ba(OH)2] = m/M = 6,84 : 171 = 0,04 (моль) – 1 б.

n(HNO3) = c V = 0,5 ∙ 0,2 = 0,1 (моль) – 1 б.

Согласно мольным соотношениям по уравнению хим. реакции:

Ba(OH)2 + 2HNO3 = Ва(NO3)2 + 2Н2О

n[Ba(OH)2] : n(HNO3) = 1 : 2, 1б.

а по условию задачи n[Ba(OH)2] : n(HNO3) = 0,04 : 0,1 = 1 : 2,5,

следовательно, азотная кислота находится в избытке. – 1 б.

Поэтому ионов Н+ будет в растворе больше,

среда раствора кислая, 1,5 б.

**лакмус покраснеет**.

в) Так как кислота находится в избытке, расчёт ведем по щёлочи – 1 б.

n[Ba(NO3)2] = n[Ba(OH)2] = 0,04 (моль) – 1 б.

**m[Ba(NO3)2]** = n M = 0,04 ∙ 261 = **10,44 (г)** – 1 б.

г) Наличие ионов Ва2+ в растворе можно подтвердить, например, проведя качественную реакцию этого раствора с растворимыми сульфатами (солями или серной кислотой) – 1 б.

При этом будет происходить связывание катионов бария с сульфат-анионами с образованием белого осадка – 1 б.

Ва2+ + SO42- = ВаSO4↓ – 1 б.

**Мысленный эксперимент (23,5 балла)**

В лаборатории имеются цинковые гранулы и свежеприготовленные разбавленные растворы следующих веществ: серной кислоты, хлорида магния, нитрата меди (II), сульфата цинка, гидроксида натрия, карбоната натрия.

*а) Запишите химические формулы указанных веществ. (3,5 б.)*

*б) Приведите любые 10 уравнений химических реакций из возможных, которые протекают в водных растворах с участием только указанных веществ в качестве реагентов. В окислительно-восстановительных реакциях укажите окислитель и восстановитель, продукты восстановления и окисления; для реакций ионного обмена составьте краткие ионные уравнения реакций, отметив признаки их протекания. (20 б.)*

а) За каждую химическую формулу – по 0,5 балла (всего **3,5 балла**):

Zn, H2SO4, MgCl2, Cu(NO3)2, ZnSO4, NaOH, Na2CO3.

б) За правильно записанные уравнения химических реакций:

* в молекулярном виде – по 1 баллу (если ошибки при расстановке коэффициентов – по 0,5 балла, если ошибки в формулах – 0 баллов),
* в сокращённом ионном виде с указанием признаков протекания реакции (где это возможно) – по 1 баллу (без признаков – по 0,5 балла),
* в окислительно-восстановительных реакциях за правильно указанные окислитель и восстановитель – 0,5 балла, за продукты восстановления и окисления – 0,5 балла.

За **любые 10** уравнений реакций из возможных по условию задания – всего **20 баллов** (максимально, лишнее не оценивается):

Zn + H2SO4 → …

Zn + Cu(NO3)2 →

Zn + NaOH (р-р или др.) →

H2SO4 + ZnSO4 →

H2SO4 + NaOH → (с образованием средних или кислых солей)

H2SO4 + Na2CO3 → …

MgCl2 + NaOH → …

MgCl2 + Na2CO3 →

Cu(NO3)2 + NaOH → …

Cu(NO3)2 + Na2CO3 →

ZnSO4 + NaOH → (с образ. амфотерного гидроксида, + изб. NaOH)

ZnSO4 + Na2CO3 →

**Первый этап республиканской олимпиады по химии**

**(2020/2021 учебный год)**

**10 класс**

**ОТВЕТЫ**

Тест: 10 баллов.

Задачи: 54 балла.

Мысленный эксперимент: 17 баллов.

ИТОГО: 81 балл.

**Тест**

За каждый правильный ответ – 1 балл.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *№ задания* | ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** | ***10*** |
| *Вариант ответа* | *в* | *а* | *б* | *в* | *б* | *в* | *а* | *г* | *г* | *а* |

**Решение задач**

**Задача № 1 (16 баллов)**

Элемент находится в V А-группе периодической системы. Массовая доля водорода в его водородном соединении равна 17,65 %.

*а) Определите формулу водородного соединения этого элемента, дайте ему название. (4 б.)*

*б) Предложите два способа получения данного водородного соединения. Запишите соответствующие уравнения химических реакций, указав условия их проведения. (6 б.)*

*в) Рассчитайте объём этого водородного соединения, необходимый для полной нейтрализации серной кислоты в 150 г её водного 18 %-го раствора. (6 б.)*

а) Формула водородного соединения ЭН3 – 1 б.

Формула для вычисления массовой доли элемента – 1 б.

0,1765 = (1 · 3)/(х + 3)

х ≈ 14 = Аr(N) – 1 б.

NH3 – аммиак – 1 б.

б) Аммиак можно получить:

из простых веществ азота и водорода – 1 б.

N2 + 3H2 ↔ 2NH3↑ (p, t, kt) – (1+1) б.

действием щелочей при нагревании на соли аммония – 1 б.

NН4Сl + NаOH = NН3↑ + H2O + NаCl – (1+1) б.

в) m(Н2SO4) = mр-ра ω = 150 · 0,18 = 27 (г) – 1 б.

n(Н2SO4) = m/М = 27 : 98 ≈ 0,2755 (моль) – 1 б.

2NH3 + Н2SO4 = (NH4)2SO4 – 2 б.

n(NH3) = 2n(Н2SO4) = 2 · 0,2755 = 0,551 (моль) – 1 б.

**V(NH3)** = nVm = 0,551 · 22,4 ≈ **12,34 (дм3)** – 1 б.

**Задача № 2 (14 баллов)**

Смесь железа и оксида железа (III) общей массой 14,4 г полностью восстановили водородом. Продукты реакции без доступа воздуха обработали избытком соляной кислоты, при этом выделилось 4,48 дм3 газа (н.у.).

*а) Запишите уравнения протекающих химических реакций. (2 б.)*

*б) Определите массовые доли веществ в исходной смеси. (12 б.)*

а) Fe2O3 + 3H2 = 2Fe + 3H2O (t) (1) – 1 б.

Fe + 2HCl = FeCl2 + H2↑ (2) – 1 б.

б) n(Н2) = V/Vm = 4,48 : 22,4 = 0,2 (моль) – 1 б.

Пусть nисх.(Fe) = х моль, n(Fe2O3) = у моль – 1 б.

Тогда mисх.(Fe) = 56х (г), m(Fe2O3) = 160у (г) – 1 б.

По уравнению реакции (1) из оксида железа (III) образовалось

nобр.(Fe) = 2 n(Fe2O3) = 2y моль – 1 б.

Общее количество железа, вступившего в реакцию (2):

n(Fe) = nисх.(Fe) + nобр.(Fe) = х + 2у (моль) – 1 б.

По уравнению (2) n(Fe) = n(Н2) = 0,2 (моль) – 1 б.

Масса исходной смеси: m(Fe/Fe2O3) = 56х + 160у = 14,4 (г) – 1 б.

Составляем систему уравнений и решаем её:

х + 2у = 0,2

56х + 160у = 14,4

х = 0,2 – 2у,

56 (0,2 – 2у) + 160у = 14,4

у ≈ 0,0667 (моль) = n(Fe2O3) – 2 б.

m(Fe2O3) = 0,0667 ∙ 160 = 10,672 (г) – 1 б.

**ω(Fe2O3)** = 10,672 : 14,4 ≈ 0,741 = **74,1 %** – 1 б.

**ωисх.(Fe)** = 100 % - 74,1 % = **25,9 %** – 1 б.

**Задача № 3 (24 балла)**

При полном сгорании органического вещества **А** образовались СО2 массой 4,4 г, вода объёмом (20 0С) 1,8 см3 и хлороводород, при растворении которого в растворе HCl массой 21,5 г с ω (HCl) = 20,0 % получили раствор с ω (HCl) = 31,61 %.

*а) Установите молекулярную формулу органического вещества* ***А*** *и назовите его по систематической номенклатуре. (18 б.)*

*б) Получите из вещества* ***А*** *его* ***ближайший гомолог Б****, используя для этого только неорганические вещества. Назовите вещество* ***Б*** *по систематической номенклатуре. В уравнениях химических реакций укажите условия их проведения. (6 б.)*

а) Если в состав вещества **А** не входили атомы кислорода, то его можно записать в виде СхНyClz – 0,5 б.

Найдём химические количества атомов в составе вещества **А**.

n(CО2) = m/M *=* 4,4 : 44 = 0,1 (моль) – 1б.

x = n(C) = n(CО2) = 0,1 (моль) – 1б.

m(H2O) = V ρ = 1,8 ∙ 1 = 1,8 (г) – 0,5 б.

n(Н2О) = m/M *=* 1,8 : 18 = 0,1 (моль) – 1б.

Часть атомов водорода в составе вещества А, перешедшая после его сгорания в состав молекул воды:

n1(Н) = 2n(Н2О) = 2 ∙ 0,1 = 0,2 (моль) – 1б.

Другая часть атомов водорода в составе вещества А, перешедшая после его сгорания в состав молекул выделившегося НСl: n2(Н) = n2(НСl) – 1б.

Масса НСl в исходном растворе:

m1(НСl) = m1р-ра(НСl) ω1(НСl) = 21,5 · 0,20 = 4,3 (г) – 1 б.

Т.к. z = n(Cl) = n2(HCl), – 1 б.

то масса выделившегося НСl: m2(НСl) = 36,5z – 1 б.

Масса нового раствора: m\*р-ра(НСl) = m1р-ра(НСl) + m2(НСl) – 1 б.

А масса вещества в новом растворе: m\*(НСl) = m1(НСl) + m2(НСl) – 1 б.

Составляем выражение для расчёта массовой доли НСl в конечном растворе:

ω\*(НСl) = m\*(НСl)/m\*р-ра(НСl) = (4,3 + 36,5z)/(21,5 + 36,5z) = 0,3161 – 1 б.

Откуда z ≈ 0,10 (моль) – 1 б.

y = n1(Н) + n2(Н) = 0,2 + 0,1 = 0,3 (моль) – 1 б.

x : y : z = 0,1 : 0,3 : 0,1 = 1 : 3 : 1,

простейшая формула вещества **А** – СН3Cl – 1 б.

Рассмотрим варианты возможных молекулярных формул: (СН3Cl)n.

Уже при n = 2 имеем: С2Н6Cl2, что не согласуется с валентностью углерода. Поэтому молекулярная формула вещества **А – СН3Cl** – 2 б.

СН3Cl – **хлорметан** – 1 б.

б) Ближайший гомолог вещество **Б – С2Н5Cl – хлорэтан –** (1 + 1) б.

За все правильно записанные уравнения синтеза с указанием условий проведения реакций – 4 б.

Например, 2 СН3Cl + 2 Na → СН3СН3 + 2 NaCl, (t);

СН3СН3 + Cl2 → СН3СН2Cl + HCl, (hν).

**Мысленный эксперимент (17 баллов)**

В четырёх пронумерованных пробирках находятся водные растворы, содержащие какой-то один из указанных видов ионов: гидрокарбонат-ионы, карбонат-ионы, сульфит-ионы, катионы аммония. Известно, что:

* при добавлении соляной кислоты во все пробирки газ выделяется в пробирках № 1, № 3 и № 4, но только в пробирке № 4 газ имеет резкий характерный запах;
* при добавлении раствора хлорида кальция во все пробирки осадок выделяется только в пробирках № 1 и № 4.

*а) Установите соответствие между названием ионов и номером пробирки, в которой они находятся, записав соответствующие краткие ионные уравнения реакций. (13,5 б.)*

*б) Как можно было бы распознать ионы из пробирки № 2? Запишите краткое ионное уравнение этой реакции, укажите признаки её протекания. (3,5 б.)*

а) За правильно установленное соответствие (по 1,5 балла за каждое) – **6 баллов**:

№ 1 – СO32-;

№ 2 – NН4+;

№ 3 – НСO3-;

№ 4 – SO32-.

За правильно записанные краткие ионные уравнения реакций – по 1,5 балла (всего – **7,5 балла**) **при условии правильно установленного соответствия**.

НСO3- + H+ = H2O + СO2↑;

СO32- + 2H+ = H2O + СO2↑;

SO32- + 2H+ = H2O + SO2↑, только оксид серы (IV) имеет резкий характерный запах;

Ca2+ + CO32- = CaCO3↓;

Ca2+ + SO32- = CaSO3↓.

б) Катионы аммония можно распознать, если добавить в пробирку № 2 раствор щёлочи и нагреть содержимое: – 1 б.

NH4+ + OH- = NH3↑ + H2O (при t) – 1,5 б.

Выделится газ с резким запахом, пары аммиака окрасят фенолфталеиновую бумажку в малиновый цвет (или лакмусовая бумажка в парах аммиака посинеет) – 1 б.

**Первый этап республиканской олимпиады по химии**

**(2020/2021 учебный год)**

**11 класс**

**ОТВЕТЫ**

Тест: 10 баллов.

Задачи: 62 балла.

Мысленный эксперимент: 17 баллов.

ИТОГО: 89 баллов.

**Тест**

За каждый правильный ответ – 1 балл.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *№ задания* | ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** | ***10*** |
| *Вариант ответа* | *г* | *в* | *г* | *а* | *в* | *б* | *г* | *в* | *б* | *а* |

**Решение задач**

**Задача № 1 (15,5 балла)**

Органическое вещество **А** может быть получено взаимодействием газа **Б** (сложное вещество) и газа **В** (простое вещество). Вещества **А** и **Б** ядовиты, вещество **А** отдаёт характерным алкогольным запахом. При определённых условиях вещества **А** и **Б** реагируют между собой с образованием органического вещества **Г**, которое можно получить окислением этанола.

*а) Назовите вещества* ***А, Б, В, Г****, запишите их химические формулы. (6 б.)*

*б) Приведите уравнения всех химических реакций, о которых упоминается в тексте задания, укажите условия их протекания. (4,5 б.)*

*в) Запишите уравнения химических реакций: (всего 5 б.)*

* *между веществом* ***А*** *и нагретым оксидом меди (II), указав название органического продукта реакции* ***Д****;*
* *между веществами* ***А*** *и* ***Г*** *при нагревании в присутствии концентрированной серной кислоты, указав название органического продукта реакции* ***Е*** *и тип реакции.*

а) **А** – метанол, СН3ОН – (1+0,5) б.

**Б –** оксид углерода (II), СО – (1+0,5) б.

**В –** водород, Н2 – (1+0,5) б.

**Г –** уксусная кислота, СН3СООН – (1+0,5) б.

б) СО + 2Н2 → СН3ОН (р, t, kt) – (1+0,5) б.

СН3ОН + СО → СН3СООН (t, kt) – (1+0,5) б.

С2Н5ОН + О2 → СН3СООН + H2O (ферменты/воздух) – (1+0,5) б.

в) СН3ОН + CuO → HCHO + Cu + H2О (t) – 1 б.

**Д** – НСНО, метаналь – 1 б.

СН3ОН + СН3СООН ↔ СН3СООСН3 + H2O (Н+, t) – 1 б.

**Е** – СН3СООСН3, метилацетат (метилметаноат, метиловый эфир уксусной кислоты) – 1 б.

Реакция этерификации – 1 б.

**Задача № 2 (24 балла)**

При полном сгорании органического вещества **А** образовались СО2 массой 4,4 г, вода объёмом (20 0С) 1,8 см3 и хлороводород, при растворении которого в растворе HCl массой 21,5 г с ω (HCl) = 20,0 % получили раствор с ω (HCl) = 31,61 %.

*а) Установите молекулярную формулу органического вещества* ***А*** *и назовите его по систематической номенклатуре. (18 б.)*

*б) Получите из вещества* ***А*** *его* ***ближайший гомолог Б****, используя для этого только неорганические вещества. Назовите вещество* ***Б*** *по систематической номенклатуре. В уравнениях химических реакций укажите условия их проведения. (6 б.)*

а) Если в состав вещества **А** не входили атомы кислорода, то его можно записать в виде СхНyClz – 0,5 б.

Найдём химические количества атомов в составе вещества **А**.

n(CО2) = m/M *=* 4,4 : 44 = 0,1 (моль) – 1б.

x = n(C) = n(CО2) = 0,1 (моль) – 1б.

m(H2O) = V ρ = 1,8 ∙ 1 = 1,8 (г) – 0,5 б.

n(Н2О) = m/M *=* 1,8 : 18 = 0,1 (моль) – 1б.

Часть атомов водорода в составе вещества А, перешедшая после его сгорания в состав молекул воды:

n1(Н) = 2n(Н2О) = 2 ∙ 0,1 = 0,2 (моль) – 1б.

Другая часть атомов водорода в составе вещества А, перешедшая после его сгорания в состав молекул выделившегося НСl: n2(Н) = n2(НСl) – 1б.

Масса НСl в исходном растворе:

m1(НСl) = m1р-ра(НСl) ω1(НСl) = 21,5 · 0,20 = 4,3 (г) – 1 б.

Т.к. z = n(Cl) = n2(HCl), – 1 б.

то масса выделившегося НСl: m2(НСl) = 36,5z – 1 б.

Масса нового раствора: m\*р-ра(НСl) = m1р-ра(НСl) + m2(НСl) – 1 б.

А масса вещества в новом растворе: m\*(НСl) = m1(НСl) + m2(НСl) – 1 б.

Составляем выражение для расчёта массовой доли НСl в конечном растворе:

ω\*(НСl) = m\*(НСl)/m\*р-ра(НСl) = (4,3 + 36,5z)/(21,5 + 36,5z) = 0,3161 – 1 б.

Откуда z ≈ 0,10 (моль) – 1 б.

y = n1(Н) + n2(Н) = 0,2 + 0,1 = 0,3 (моль) – 1 б.

x : y : z = 0,1 : 0,3 : 0,1 = 1 : 3 : 1,

простейшая формула вещества **А** – СН3Cl – 1 б.

Рассмотрим варианты возможных молекулярных формул: (СН3Cl)n.

Уже при n = 2 имеем: С2Н6Cl2, что не согласуется с валентностью углерода. Поэтому молекулярная формула вещества **А – СН3Cl** – 2 б.

СН3Cl – **хлорметан** – 1 б.

б) Ближайший гомолог вещество **Б – С2Н5Cl – хлорэтан –** (1 + 1) б.

За все правильно записанные уравнения синтеза с указанием условий проведения реакций – 4 б.

Например, 2 СН3Cl + 2 Na → СН3СН3 + 2 NaCl, (t);

СН3СН3 + Cl2 → СН3СН2Cl + HCl, (hν).

**Задача № 3 (22,5 балла)**

Оксид серы (IV), получившийся при сжигании 8,96 л сероводорода, пропущен через 160 г 15 %-го раствора гидроксида натрия.

*а) Напишите уравнения протекающих реакций. (4,5 б.)*

*б) Рассчитайте массовые доли (в %) тех веществ, которые будут находиться в растворе после окончания реакции. (18 б.)*

а) 2Н2S + 3O2 = 2SO2↑ + 2Н2О (t) (1) – 1,5 б.

SO2 + 2NaOH = Na2SO3 + Н2О (2)– 1,5 б.

Na2SO3 + SO2 + Н2О = 2NaНSO3 (3) – 1,5 б.

Пропускают SO2 в раствор щёлочи! Если реакции (2) и (3) записаны без учёта порядка приготовления раствора, то по 1 б. за эти реакции:

SO2 + NaOH = NaНSO3,

NaНSO3 + NaOH = Na2SO3 + Н2О.

б) n(Н2S) = V/Vm = 8,96 : 22,4 = 0,4 (моль) – 1 б.

по уравнению реакции (1): n(SO2) = n(Н2S) = 0,4 (моль) – 1 б.

m(NaOH) = mр-ра ω = 160 · 0,15 = 24 (г) – 1 б.

n(NaOH) = m/M *=* 24/40 = 0,6 (моль) – 1 б.

При пропускании SO2 через раствор NaOH может получиться как средняя, так и кислая соль. Это зависит от того, в каком соотношении вступают в реакцию вещества:

SO2 + 2NaOH = Na2SO3 + Н2О (1 : 2)

SO2 + NaOH = NaНSO3, (1 : 1)

n(SO2) : n(NaOH) = 0,4 : 0,6 = 1 : 1,5, – 1 б.

т.е. в конечном растворе образуются две соли: Na2SO3 и NaНSO3 – 1 б.

Расчёт можно вести по-разному. Если придерживаться уравнений:

SO2 + 2NaOH = Na2SO3 + Н2О (2)

Na2SO3 + SO2 + Н2О = 2NaНSO3, (3)

то по уравнению (2) щёлочь в недостатке, по её количеству определим сколько оксида вступило в реакцию (1) и сколько могло бы образоваться средней соли.

n2(SO2) = n(NaOH)/2 = n2(Na2SO3) = 0,6 : 2 = 0,3 (моль) – (1+1) б.

осталось оксида n3(SO2) = 0,4 – 0,3 = 0,1 (моль), который вступил в реакцию (3) – 1б.

n3(Na2SO3) = n3(SO2) = 0,1 (моль) – расходовалось, – 1 б.

nост(Na2SO3) = 0,3 – 0,1 = 0,2 (моль) – 1 б.

n3(NaНSO3) = 2 n3(SO2) = 2 ∙ 0,1 = 0,2 (моль) – 1 б.

m ост(Na2SO3) = 0,2 ∙ 126 = 25,2 (г) – 1 б.

m3(NaНSO3) = 0,2 ∙ 104 = 20,8 (г) – 1 б.

m(SO2) = n M = 0,4 · 64 = 25,6 (г) – 1 б.

масса раствора после окончания реакции равна:

m\*р-ра = mр-ра(NaOH) + m(SO2) = 160 + 25,6 = 185,6 (г) – 1 б.

**ωост(Na2SO3)** = 25,2/185,6 ≈ 0,136 = **13,6 %** – 1 б.

**ω3(NaНSO3)** = 20,8/185,6 ≈ 0,112 = **11,2 %** – 1 б.

**Мысленный эксперимент (17 баллов)**

В четырёх пронумерованных пробирках находятся водные растворы, содержащие какой-то один из указанных видов ионов: гидрокарбонат-ионы, карбонат-ионы, сульфит-ионы, катионы аммония. Известно, что:

* при добавлении соляной кислоты во все пробирки газ выделяется в пробирках № 1, № 3 и № 4, но только в пробирке № 4 газ имеет резкий характерный запах;
* при добавлении раствора хлорида кальция во все пробирки осадок выделяется только в пробирках № 1 и № 4.

*а) Установите соответствие между названием ионов и номером пробирки, в которой они находятся, записав соответствующие краткие ионные уравнения реакций. (13,5 б.)*

*б) Как можно было бы распознать ионы из пробирки № 2? Запишите краткое ионное уравнение этой реакции, укажите признаки её протекания. (3,5 б.)*

а) За правильно установленное соответствие (по 1,5 балла за каждое) – **6 баллов**:

№ 1 – СO32-;

№ 2 – NН4+;

№ 3 – НСO3-;

№ 4 – SO32-.

За правильно записанные краткие ионные уравнения реакций – по 1,5 балла (всего – **7,5 балла**) **при условии правильно установленного соответствия**.

НСO3- + H+ = H2O + СO2↑;

СO32- + 2H+ = H2O + СO2↑;

SO32- + 2H+ = H2O + SO2↑, только оксид серы (IV) имеет резкий характерный запах;

Ca2+ + CO32- = CaCO3↓;

Ca2+ + SO32- = CaSO3↓.

б) Катионы аммония можно распознать, если добавить в пробирку № 2 раствор щёлочи и нагреть содержимое: – 1 б.

NH4+ + OH- = NH3↑ + H2O (при t) – 1,5 б.

Выделится газ с резким запахом, пары аммиака окрасят фенолфталеиновую бумажку в малиновый цвет (или лакмусовая бумажка в парах аммиака посинеет) – 1 б.