**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**МУНИПАЦИАЛЬНЫЙ ЭТАП**

***Химия***

***7 - 8 класс***

**Критерии проверки**

**Задание 1.**

Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

Са → Са(ОН)2 → Са(НСО3)2 → СаСl2 → Са(NO3)2 → Са(NO2)2

**КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ - 20**

***Решение:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию**  (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | **Баллы** |
| **1**. Ca + 2H2O = Ca(OH)2 + H2↑ | **4 балла** |
| **2.** Ca(OH)2 + 2CO2 = Са(НСО3)2 | **4 балла** |
| **3.** Са(НСО3)2 + 2HCl = CaCl2 + 2H2O + 2CO2↑ | **4 балла** |
| **4.** CaCl2 + 2AgNO3 = Са(NO3)2 + 2AgCl↓ | **4 балла** |
| **5.** Са(NO3)2 = Са(NO2)2 + O2↑ | **4 балла** |
| **Максимальный балл:** | **20 баллов** |
| *Примечание:* при наличии ошибки или отсутствии коэффициентов следует снять  1 балл. |  |

**Задание 2.**

Используя только 11 букв, которые входят в название элемента номер 91 в периодической системе Д.И.Менделеева, составьте как можно больше названий других химических элементов.

Назовите элемент № 91.

Предложив **6** названий из букв элемента № 91, вы получите максимальный балл.

Не ищите более шести названий!

**КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ - 20**

***Решение:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию**  (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | **Баллы** |
| **1.** № 91 – протактиний | **2 балла** |
| **2.** № 89 – актиний | **3 балла** |
| **3.** № 90 – торий | **3 балла** |
| **4.** № 11 – натрий | **3 балла** |
| **5.** № 22 – титан | **3 балла** |
| **6.** № 36 – криптон | **3 балла** |
| **7.** № 39 - иттрий | **3 балла** |
| **Максимальный балл:** | **20 баллов** |

**Задание 3.**

В шести склянках без этикеток находятся прозрачные растворы сульфата натрия, хлорида бария, карбоната натрия, соляной кислоты (разбавленной), сульфата меди (II), хлорида железа (III).

Как, не прибегая к помощи других реактивов и используя минимальное число операций, можно определить содержимое каждой склянки?

Составьте таблицу мысленного эксперимента и напишите уравнения протекающих реакций, с помощью которых можно определить вещества в растворах.

Укажите отличительные свойства сульфата бария и карбоната бария.

**КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ - 20**

***Решение:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию**  (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | **Баллы** |
| 1. Визуальные наблюдения.  В двух склянках – растворы окрашенные:  раствор FeCl3 бурого цвета,  раствор CuSO4 –голубого цвета.  В четырех склянках находятся прозрачные и бесцветные растворы. | **1 балл**  **2 балл**  **2 балла**  **1 балл** |
| 2. Составим таблицу мысленного эксперимента для бесцветных растворов веществ: Na2SO4, BaCl2, Na2CO3, HCl   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | Вещества | Na2SO4 | BaCl2 | Na2CO3 | HCl | | Na2SO4 | - | ВаSO4↓ | - | - | | BaCl2 | ВаSO4↓ | - | ВаСO3↓ | - | | Na2CO3 | - | ВаСO3↓ | - | СO2↑ | | HCl | - | - | СO2↑ | - | | **2 балла** |
| 3. Уравнения реакций, с помощью которых можно определить вещества в растворах:  1) Na2SO4 + BaCl2 = ВаSO4↓ + 2NaCl,  ВаSO4↓ - белый осадок, нерастворимый в кислотах.  2) Na2CO3 + ВаCl2 = ВаСO3↓ + 2NaCl,  ВаСO3↓ - белый осадок, растворимый в кислотах с выделением газа (уравнение 3).  3) ВаСO3↓ + 2НCl = BaCl2 + Н2О + СО2↑  4) Na2CO3 + 2НCl = 2NaCl + Н2О + СО2↑ | **2 балла**  **2 балла**  **2 балла**  **2 балла**  **2 балла**  **2 балла** |
| **Максимальный балл:** | **20 баллов** |

**Задание 4.**

Французский химик К.Л. Бертолле, изучая действие хлора на гидроксид калия в водном растворе, получил соль, названную впоследствии его именем. Как показал химический анализ, в составе этой соли оказался калий, хлор и кислород.

1. Установите формулу соли, полученной К.Л. Бертолле, если массовая доля калия 31,8%, хлора – 29,0%.

2. Напишите уравнение реакции получения этой соли.

3. Какой объем хлора можно получить при взаимодействии 1 моль этой соли с соляной кислотой?

**КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ - 20**

***Решение:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию**  (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | **Баллы** |
| 1.Обозначим количество атомов калия, хлора, кислорода - Х, У, Z соответственно **КхClуОz** | **2 балла** |
| **2**.Вычислим массовую долю кислорода:  ω(О) = 100 – (31,8 + 29,0) = 39,2%. | **2 балла** |
| **3**.Составим соотношение:  **Х : У : Z = ω(К)/Аr(К) : ω(Сl)/Аr(Cl) : ω(O)/Аr(O)** | **2 балла** |
| **4**. Подставим числовые значения:  Х : У : Z = 0,318/39 : 0,29/ 35,5 : 0,392/16 =  = 0,00815 : 0,00816 : 0,0245 = 1 : 1 : 3. | **4 балла** |
| **5**. Следовательно, формула соли:  **KClO3** | **2 балла** |
| **6.** Напишем уравнение реакции получения соли:  6КОН + 3Сl2 = KClO3 + 5КCl + 3H2O | **3 балла** |
| **7.** Рассчитаем, какой объем хлора можно получить при взаимодействии  1 моль соли с соляной кислотой:  KClO3 + 6HCl = 3Cl2↑ + KCl + 3H2O  1 моль 3 моль  V(Cl2) = 3 моль · 22,4 л/моль = 67,2 л. | **3 балла**  **2 балла** |
| **Максимальный балл:** | **20 баллов** |

**Задание 5.**

Через озонатор пропустили кислород, полученный при разложении 122,5 г бертолетовой соли, при этом 5% его превратилось в озон.

Определите состав озонированного кислорода в объемных процентах.

**КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ - 20**

***Решение:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию**  (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | **Баллы** |
| 1.Составлено уравнение реакции разложения бертолетовой соли:  2KClO3 = 2KCl + 3O2 (1) | **3 балла** |
| 2. Рассчитаны количества веществ бертолетовой соли и кислорода:  n(KClO3)= 122,5 г/122,5 г/моль = 1моль;  n(О2) = 3/2n(KClO3) = 3/2 ·1 моль = 1,5 моль. | **1 балл**  **1 балл** |
| 3. Приведено уравнение реакции превращения кислорода в озон:  3О2 = 2О3 (2) | **3 балла** |
| 4.Рассчитан объем кислорода (5%), превратившегося в озон:  V(О2) = (1,5 моль· 22,4 л/моль ) · 0,05 = 1,68 л. | **2 балла** |
| 5 Найдем объем не прореагировавшего кислорода:  V(О2) = (1,5 моль· 22,4 л/моль ) – 1,68 = 31,92 (л). | **2 балла** |
| 6. Согласно уравнению реакции (2) объем озона равен:  V(О3) = 2· 1,68 /3 = 1,12 (л). | **3 балла** |
| 7. Найден объем озонированного кислорода:  V(О2) = 31,92 л + 1,12 л = 33,04 л.  Состав озонированного кислорода равен:  *φ*(О3) = 1,12 л/33,04 л = 0,0339 или 3,39 %; *φ*(О2) = 100 – 3,39 = 96,61 %. | **3 балла**  **2 балла** |
| **Максимальный балл:** | **20 баллов** |

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**МУНИПАЦИАЛЬНЫЙ ЭТАП**

***Химия***

***9 класс***

**Критерии проверки**

**Задание 1.**

В трех пробирках находятся растворы нитрата серебра, бертолетовой соли и дихромата калия. При действии одного и того же реактива на содержимое трех пробирок в первой из них выпадает 57,4 г белого осадка, во второй и третьей пробирках за счет протекающих в них реакций образуется по 13,44 л хлора.

*Вопросы:*

1. Назовите формулу используемого реактива.
2. Напишите уравнения реакций используемого реактива с растворами солей в пробирках.
3. Определите исходные количества солей в пробирках.
4. Рассчитайте массовое содержание (%) нитрата серебра в первой пробирке.

**КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ - 20**

***Решение:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию**  (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | **Баллы** |
| 1. Использованным реактивом на содержание всех трех солей является хлороводород – НСl.  Объяснение: нитрат серебра образует белый осадок с хлорид-ионами, а бертолетовая соль и дихромат калия при взаимодействии с НСl образуют газ – хлор. | **1 балла**  **1 балл** |
| 2. Составлены уравнения химических реакций:  AgNO3 + HCl = HNO3 + AgCl↓ (1)  KClO3 + 6HCl = KCl + 3Cl2↑+ 3H2O (2)  K2Cr2O7 + 14HCl = 2KCl + 2CrCl3 + 3Cl2↑+ 7H2O (3) | **2 балла**  **3 балла**  **3 балла** |
| 3. Рассчитаны количества следующих веществ:  n(AgCl) = 57,4/143,5 =0,4 ( моль);  n(Cl2)(2) = 13,44/ 22,4 = 0,6 (моль);  n(Cl2)(3) = 13,44/22,4 = 0,6 (моль). | **1 балл**  **1 балл**  **1 балл** |
| 4. Рассчитаны количества веществ исходных солей - AgNO3, KClO3, K2Cr2O7:  n(AgNO3) = n(AgCl) = 0,4 моль;  n(KClO3) = 1/3 n(Cl2) = 1/3·0,6 = 0,2 (моль);  n(K2Cr2O7) =1/3 n(Cl2) = 1/3·0,6 = 0,2 (моль) | **1 балл**  **1 балл**  **1 балл** |
| 5.Рассчитаны массы веществ - AgNO3, KClO3, K2Cr2O7:  m(AgNO3) = 0,4 моль·170 г/моль = 68 г;  m(KClO3) = 0,2 моль·122,5 г/моль = 24,5 г;  m(K2Cr2O7) = 0,2 моль·294 г/моль = 58,8 г.  m(солей) = 68 + 24,5 + 58,8 = 151,3 (г).  W(AgNO3) = 68/151,3 = 0,4494 или 44,94%. | **1 балл**  **1 балл**  **1 балл**  **0,5 балла**  **0,5 балла** |
| **Максимальный балл:** | **20 баллов** |

**Задание 2.**

В банках без этикеток находятся твердые вещества: фосфат натрия, нитрат калия и сульфат меди.

Определите, где какая соль находится.

Рассчитайте объем газа, выделившегося при электролизе 185 мл 18%-ного раствора сульфата меди (пл. 1,2 г/мл).

**КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ - 20**

***Решение:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию** (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | **Баллы** |
| **1.** Даны твердые вещества: Na3PO4, KNO3, CuSO4.  а) Соли натрия окрашивают пламя в желтый цвет;  б) Соли калия окрашивают пламя в фиолетовый цвет;  в) Соли меди окрашивают пламя в зеленый цвет. | **1,0 балл**  **1,0 балл**  **1,0 балл** |
| **2.** При нагревании нитрата калия с концентрированным раствором серной кислоты отгоняется азотная кислота, в которой растворяется медь:  KNO3 (тв.) + H2SO4 (конц.) = KHSO4 + HNO3 или  2KNO3 + H2SO4(конц.) = K2SO4 + 2HNO3  4HNO3(конц.)  + Cu = Cu(NO3)2 + 2NO2↑ + 2H2O  (бурый газ)  Или 2KNO3 = KNO2 + O2↑ - тлеющая лучинка возгорается | **4 балла**  **4 балла** |
| **3.** Соли Na3PO4 и CuSO4 растворим в воде:  а) реактивом на ионы PO43- служат ионы Ag+:  Na3PO4 + 3AgNO3 = 3NaNO3 + Ag3PO4↓ - желтый  б) реактивом на ионы SO42- служат ионы Ва2+:  CuSO4 + BaCl2 = CuCl2 + BaSO4↓ - белый  Или CuSO4 + Na2S = Na2SO4 + CuS↓ - черный | **2 балла**  **2 балла** |
| **4.** Составлено уравнение электролиза раствора сульфата меди:  2CuSO4 + 2Н2О = 2Cu + 2Н2SO4 + О2↑  Рассчитаны масса и количество вещества CuSO4 :  m(CuSO4) = 185 мл ∙ 1,2 г/мл ∙ 0,18 = 39,96 г;  n(CuSO4) = 39,96 г / 160г/моль = 0,25 моль.  По уравнению реакции найдено количество вещества кислорода:  n(O2) = 1/2n(CuCl2) = 0,125 (моль); V(O2) =0,125 моль ∙ 22,4 л/моль = 2,8 л. | **4 балла**  **0,5 балла**  **0,5 балла** |
| **Максимальный балл:** | **20 баллов** |

**Задание 3.**

Газом, выделившимся при обработке100 г сплава меди с цинком избытком раствора соляной кислоты, при нагревании полностью восстановили оксид железа (III), при этом масса оксида железа (III) уменьшилась на 9,6 г.

Определите процентный состав исходного сплава меди с цинком.

**КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ - 20**

***Решение:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию** (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | **Баллы** |
| **1.** Составлены уравнения реакций:  Zn + 2HCl = ZnCl2 + H2↑ (1)  Fe2O3  + 3H2 = 2Fe + 3H2O (2) | **4 балла**  **4 балла** |
| **2**. Из уравнения (2) следует, что при восстановлении 160 г Fe2O3 его масса уменьшается на 48 г, а по условию задачи – на 9,6 г, следовательно,  m(Fe2O3) = (160 ∙ 9,6) / 48 = 32 (г);  n(Fe2O3) = 32 г / 160г/моль = 0,2 моль. | **4 балла**  **2 балла** |
| **3.** По уравнению (2) рассчитаны количества вещества водорода, которое требуется для восстановления железа:  n(Н2) = 3n(Fe2O3) = 0,2 моль ∙ 3 = 0,6 моль. | **2 балла** |
| **4.** По уравнению (1) рассчитаны количества вещества и масса цинка:  n(Zn) = n(Н2) = 0,6 моль; m(Zn) = 0,6 моль ∙ 65 г/моль = 39 г. | **2 балла** |
| 5. Состав исходного сплава:  m(Zn) = 39 г; m(Cu) = 100 г - 39 г = 61 г.  Ⱳ(Zn) = 39 / 100 = 0,39 или 39 %; Ⱳ(Cu) = 100% - 39% = 61%. | **1 балл**  **1 балл** |
| **Максимальный балл:** | **20 баллов** |

**Задание 4.**

Научно-практическая работа учащихся 9-го класса по анализу воздуха включала определение сероводорода.

Для этого воздух пропускали в течение 5 часов со скоростью 10 л/с через концентрированный раствор гидроксида натрия, затем к этому раствору добавили иодную воду до обесцвечивания.

В результате реакции выпал желтый осадок, который взвесили, его масса оказалась равна 0,32 г.

1. Составьте уравнения химических реакций, проведенных учащимися.

2. Определите объем воздуха отобранный для анализа.

3. Рассчитайте массу сероводорода в исходном воздухе.

4. Соответствуют ли полученные данные санитарным нормам?

(Предельно допустимая среднесуточная концентрация (ПДКСС) сероводорода в воздухе на уровне 0,008 мг/м3).

5. Во сколько раз содержание сероводорода превышало предельно допустимую концентрацию? **КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ - 20**

***Решение:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию** (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | **Баллы** |
| **1.** Составлены уравнения реакций:  H2S + 2NaOH = Na2S + 2H2O (1)  Na2S + I2 = 2NaI + S (2) | **4 балла**  **4 балла** |
| **2.** Вычислен объем воздуха по формуле:  V = скорость(л/с) · время(с);  V(воздуха) = 10 л/с · 3600 с/ч · 5 ч = 180000 л (дм3 ) = 180 м3 | **4 балла** |
| **3.** Рассчитаем количество серы и массу сероводорода:  n(S) = 0,32 г : 32 г/моль = 0,01моль;  n(S) = n(Na2S) = n(Н2S) в соответствии с уравнениями реакций (1) и (2); m(H2S) = n(H2S) · M(H2S) = 0,01 моль · 34 г/моль = 0,34 г. | **2 балла**  **2 балла** |
| **4.** Для сравнения полученных данных со значением ПДКСС переведем их в одинаковую размерность:  m(H2S) : V(воздуха) = (0,34 г · 1000) : 180 м3  = 1,89 мг/м3 ,  а ПДК(СС) = 0,008 мг/м3. | **3 балла** |
| **5.** Определим превышение:  к = 1,89 мг/м3 : 0,008 мг/м3 = 236,25 – превышение значительно выше санитарной нормы. | **1 балл** |
| **Максимальный балл:** | **20 баллов** |

**Задание 5.**

В шести пронумерованных бюксах находятся сухие соли: хлорид магния, хлорид бария, хлорид свинца, хлорид цинка, хлорид марганца и хлорид натрия.

Используя следующие реагенты: 1 М H2SO4, 1 M NaOH и дистиллированную воду, определите в каком бюксе находится каждый из выше перечисленных хлоридов.

Составьте таблицу растворимости солей в приведенных реагентах.

Напишите уравнения реакций.

Укажите признаки реакций.

**КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ - 20**

***Решение:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию** (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | **Баллы** |
| **1.** Составим таблицу растворимости хлоридных солей:   |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | MgCl2 | BaCl2 | PbCl2 | ZnCl2 | MnCl2 | NaCl | | H2O | р | р | р при нагр. | р | р | р | | H2SO4 | **-** | **↓** | **↓** |  | **-** | **-** | | NaOH | **↓** | **-** | **↓**р-ся в изб. | **↓**р-ся в изб. | **↓** буреет | **-** | | **2 балла** |
| **2.** Хлорид свинца растворяется в горячей воде.  Подтверждение растворимости PbCl2 в горячей воде:  PbCl2(раствор) + H2SO4 = PbSO4**↓ +** 2НСl – белый осадок, растворимый в избытке раствора щелочи:  PbSO4**↓ +** 4NaOH = Na2[Pb(OH)4 ] + Na2SO4 | **2 балла**  **2 балла** |
| **3.** К оставшимся растворам добавим серную кислоту.  Осадок выпадет только в одном случае:  BaCl2 + H2SO4 = BaSO4**↓ +** 2НСl – белый осадок | **1 балл** |
| **4.** К оставшимся растворам добавим **по каплям** щелочь:  MgCl2 + 2NaOH = Mg(ОН)2**↓** + 2NaCl – белый осадок  ZnCl2 + 2NaOH = Zn(ОН)2**↓** + 2NaCl – белый осадок, который растворяется как в избытке реагента, так и в кислоте:  Zn(ОН)2**↓** +2NaOH = Na2[Zn(OH)4 ]  Zn(ОН)2**↓** + H2SO4 = ZnSO4 + 2Н2О | **2 балла**  **2 балла**  **2 балла**  **2 балла** |
| **5.** В пробирке, содержащей раствор MnCl2, выпадет осадок, буреющий на воздухе:  MnCl2 + 2NaOH = Mn(ОН)2**↓ +** 2NaCl – белый осадок  2Mn(ОН)2**↓ +** О2 = 2MnО2**↓**+ 2Н2О – бурый осадок  или 2Mn(ОН)2**↓ +** О2 = 2MnО(ОН)2↓- бурый осадок | **2 балла**  **2 балла** |
| **6.** В пробирке, содержащей раствор NaCl, никаких эффектов не наблюдаем. | **1 балл** |
| **Максимальный балл:** | **20 баллов** |

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**МУНИПАЦИАЛЬНЫЙ ЭТАП**

***Химия***

***10 класс***

**Критерии проверки**

**Задание 1.**

В трех склянках без этикеток находятся различные вещества, окрашивающие пламя в желтый цвет. При взаимодействии первого вещества с соляной кислотой выделяется

2,24 л газа с неприятным запахом, при пропускании которого через раствор нитрата свинца выпадает осадок черного цвета. При приливании раствора хлорида бария к раствору третьего вещества выпадает 25,3 г желтого осадка. При приливании раствора хлорида бария к раствору второй соли выпадает 69,9 г белого осадка.

Определите, какие вещества, и в каком количестве находятся в каждой склянке.

**КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ 20**

***Решение:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию** (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | **Баллы** |
| **1.** Все вещества являются солями натрия, так как окрашивают пламя в желтый цвет. | **2 балл** |
| **2**. Первое вещество – сульфид натрия:  Na2S + 2HCl = 2NaCl + H2S↑ - газ с неприятным запахом. При пропускании его через раствор нитрата свинца образуется осадок PbS черного цвета:  Pb(NO3)2 + H2S = 2HNO3 + PbS↓- черный осадок.  Рассчитаны количества и массы веществ H2S и Na2S:  n(H2S) = 2,24 л/ 22,4 л/ моль = 0,1 моль; n(H2S) = n(Na2S) = 0,1 моль;  m(Na2S) = 0,1 моль ∙ 78 г/ моль = **7,8 г.** | **1 балл**  **2 балла**  **2 балла**  **2 балла** |
| **3.** Второе вещество – сульфат натрия:  Na2SO4 + BaCl2 = 2NaCl + BaSO4↓- белый осадок.  Рассчитаны количества и массы веществ BaSO4 и Na2SO4:  n(BaSO4) = 69,9 г / 233 г/ моль = 0,3 моль; n(BaSO4) = n(Na2SO4) = 0,3 моль;  m(Na2SO4) = 0,3 моль ∙ 142 г/ моль = **42,6 г**. | **1 балл**  **2 балла**  **2 балла** |
| **4**. Третье вещество хроматнатрия:  Na2CrO4 +BaCl2 = 2NaCl + BaCrO4↓- желтый осадок.  Рассчитаны количества и массы веществ BaCrO4 и Na2CrO4:  n(BaCrO4) = 25,3 г / 253 г/ моль = 0,1 моль;  n(BaCrO4) = n(Na2CrO4) = 0,1 моль;  m(Na2CrO4) = 0,1моль ∙ 162 г/моль = **16,2 г**. | **2 балла**  **2 балла**  **2 балла** |
| **Максимальный балл:** | **20 баллов** |

**Задание 2.**

Вещество ***А*** – один из немногих оксидов, традиционно относимых к несолеобразующим. Плотность ***А*** очень близка к плотности воздуха.

О веществе ***А*** известно следующее:

* взаимодействует с гидроксидом калия при давлении 5 атм и температуре 120 0С;
* чрезвычайно опасно для организма человека;
* вступает в реакции соединения с некоторыми металлами, например с железом, никелем и кобальтом;
* способно восстанавливать металлы из их оксидов.

*Вопросы:*

1. Установите вещество ***А***. Приведите два примера несолеобразующих оксидов.

2. Напишите уравнение взаимодействия вещества ***А*** с гидроксидом калия.

3. Напишите уравнение взаимодействия вещества ***А*** с железом, никелем и кобальтом, если массовые доли металлов в образующихся соединениях составляют Ⱳ(Fe) = 28,57%,

Ⱳ(Ni) = 34,50%, Ⱳ(Co) = 34,50%.

4. Почему вещество ***А*** так опасно для организма человека?

5. Напишите уравнения восстановления двух металлов из их оксидов веществом ***А***.

6. Вещество ***В*** имеет тот же качественный состав, что и вещество ***А***, и содержит 72,7% кислорода.

Учитывая, что энтальпия образования вещества ***В*** ∆*Н*0обр(***В***) = - 393,5 кДж/моль, а для реакции: ***А*** + nО2 → ***В***

энтальпия ∆*Н*0реакции  = - 283 кДж/(моль ***А***),

определите энтальпию образования вещества ***А*** ∆*Н*0обр **(А**).

**КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ 20**

***Решение:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию** (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | **Баллы** |
| **1.** Несолеобразующими оксидами являются: N2O, NO, CO.  Плотность близкую к плотности воздуха (29), имеют NO и CO. Оба газа могут взаимодействовать с металлами, и оба отрицательно влияют на организм.  У NO преобладают окислительные свойства, а у СО – восстановительные. СО может восстанавливать металлы из их оксидов.  Следовательно, вещество ***А*** – это СО. | **1 балл**  **1 балл**  **1 балл** |
| **2.**  СО + КОН = НСООК | **2 балла** |
| **3.** На основании данных массовых долей металлов определим молярные массы продуктов соединения металлов с СО:  Ме + хСО → Ме(СО)х  Ⱳ(Fe) = 28,57%, тогда Ⱳ(хСО) = 100 - 28,57% = 71,43%;  М(хСО) = (56/ 28,75) ∙ 71,43 = 140; х = 140/28 = 5, следовательно,  Fe + 5СО = Fe(СО)5,  а М(Fe(СО)5 = 56 + 140 = 196 г/моль.  Ⱳ(Ni) = 34,50%, тогда Ⱳ(хСО) = 100 - 34,50% = 65,50%;  М(хСО) = (59/ 34,5) ∙ 65,50 = 112; х = 112/28 = 4, следовательно,  Ni + 4СО = Ni(СО)4,  а М(Ni(СО)4 = 59 + 112 = 171 г/моль.  Ⱳ(Co) = 34,5%, тогда Ⱳ(хСО) = 100 - 34,5 = 65,5%;  М(хСО) = (59/34,5) ∙ 65,50 = 112; х = 112/28 = 4, следовательно,  Со + 4СО = Со(СО)4,  а М(Со(СО)4 = 59 + 112 = 171 г/моль,  однако из-за наличия у кобальта неспаренных электронов происходит димеризация:  2Со + 8СО = Со2(СО)8  **4.** *СО соединяется с гемоглобином* и миоглобином, *нарушая* тканевое *дыхание* и вызывая *кислородное голодание* тканей, особенно клеток центральной нервной системы. | **1 балл**  **2 балла**  **1 балл**  **1 балл**  **2 балла**  **1 балл**  **1 балл**  **2 балла**  **1 балл**  **2 балла**  **1 балл(если упоминаются выделенные слова)** |
| **5.** FeО + СО = Fe + СО2  СuO + CO = Cu + CO2 | **0,5 балла**  **0,5 балла** |
| **6.** Определение вещества ***А*** и ***В*** можно сделать на основании расчета по данным Ⱳ(О) = 72,7%. Пусть формула оксида ***В*** –Х2Оn.  Тогда Ⱳ(О) = 16n/ 2Ar(X) + 16n = 0,727, откуда получаем Ar(X) = 3n.  При n = 1 Ar(X) = 3(нет разумных вариантов);  n = 2 Ar(X) = 6 (нет вариантов);  n = 3 Ar(X) = 9 (нет вариантов);  n = 4 Ar(X) = 12 ( углерод и оксид СО2).  Если ***В*** – СО2, то ***А*** – СО.  CO + 1/2O2 = CO2, ∆*Н*0р = -283 кДж  По закону Гесса получим:  ∆*Н*0р = ∆*Н*0обр(СО2) - ∆*Н*0обр(СО) – 1/2∆*Н*0обр(О2).  Так как для простых веществ в стандартном состоянии ∆*Н*0обр равна нулю,  то ∆*Н*0обр(СО) = ∆*Н*0обр(СО2) - ∆*Н*0р = -393,5 + 283 = - 110,5 (кДж/моль). | **1 балл**  **1 балл**  **2 балла** |
| **Максимальный балл:** | **20 баллов** |

**Задание 3.**

В семи пронумерованных пробирках находятся сухие сульфаты аммония, калия, бария, свинца, марганца, цинка и алюминия.

1. Представьте в виде таблицы наиболее простой путь идентификации сульфатов.

2. Используя находящиеся на столе реактивы, определите, какая соль находится в каждой пробирке.

3. Приведите уравнения реакций.

*Реактивы:* Н2О, NH4OH (2M), NaOH (2M), (NH4)2SO4 (2M), индикаторная бумага универсальная.

*Оборудование:* пробирки, шпатель для отбора пробы, водяная баня.

**КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ 20**

***Решение:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию** (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | **Баллы** |
| **1.** Сухиесоли сульфаты аммония, калия, марганца, цинка и алюминия растворяются в воде. | **1 балл** |
| **2.** Составим таблицу мысленного эксперимента.   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | (NH4)2SO4 | К2SO4 | ВаSO4 | PbSO4 | Al2(SO4)3 | MnSO4 | ZnSO4 | | NH4OH |  |  |  |  |  | ↓буреет на воздухе | ↓растворя-ется в избытке | | NaOH | NH3↑ |  |  | ↓растворя-ется в избытке | ↓ растворя-ется в избытке | ↓ буреет на воздухе | ↓ растворя-ется в избытке | | Инд. бумага | рН˂ 7 | рН ~7 |  |  | рН˂ 7 | рН˂ 7 | рН˂ 7 | |  |
| **3.** Уравнения реакций:  1) Al2(SO4)3 + 6NH4OH = 2Al(OН)3↓ + 3(NH4)2 SO4  2) Al2(SO4)3 + 6NaOH = 2Al(OН)3↓ + 3Na2SO4  Al(OH)3↓ + NaOH + 2H2O = Na[Al(OH)4(H2O)2] или  Al(OH)3↓+ NaOH = Na[Al(OH)4]  3) ZnSO4 + 4NH4OH = [Zn(NH4)4]SO4 + 4H2O  4) ZnSO4 + 2NaOH = Zn(OH)2↓ + Na2SO4  Zn(OH)2 ↓+ 2NaOH = Na2[Zn(OH)4]  5) MnSO4 + 2NH4OH = Mn(OH)2↓ + (NH4)2 SO4  6) MnSO4 + 2NaOH = Mn(OH)2↓ + Na2SO4  4Mn(OH)2 + O2 = 4MnO(OH)↓ + 2H2O или  2Mn(OH)2 + O2 = 2MnO2↓ + 2H2O  7) PbSO4 ↓+ 2NaOH = Pb(OH)2↓ + Na2SO4  PbSO4 ↓+ 4NaOH = Na[Pb(OH)4]↓ + Na2SO4 | **1 балл**  **1 балл**  **2 б**  **3 б**  **1 балл**  **2 б**  **1 балл**  **1 балл**  **3 б**  **1 балл**  **3 б** |
| **Максимальный балл:** | **20 баллов** |

**Задание 4.**

Смесь, состоящая из пропадиена, пропена, пентадиена-1,4, 1-винилциклопентена-1, при исчерпывющем каталитическом гидрировании поглощает объем водорода, равный половине объема углекислого газа (н.у.), образующегося при сжигании такого же количества смеси.

1. Напишите структурные формулы веществ, входящих в состав смеси.
2. Напишите уравнения исчерпывающего гидрирования для всех компонентов смеси. При написании уравнений используйте структурные формулы для органических веществ.
3. Напишите уравнения горения для всех компонентов смеси.
4. Определите объемное содержание пропадиена в смеси.

**КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ 20**

***Решение:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию**  **(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)** | **Баллы** |
| 1. Написаны структурные формулы четырех компонентов смеси:   Пропадиен Н2С=С=СН2  Пропен Н3С – СН=СН2  Пентадиен-1,4 Н2С=СН – СН2 – СН=СН2  1-Винилциклопентен-1 | **за каждую структурную формулу**  **1 балл**  **4 \* 1 = 4 балла** |
| 1. Написаны уравнения исчерпывающего гидрирования для всех компонентов смеси:   Н2С=С=СН2 + 2Н2 = Н3С – СН2 – СН3  Н3С – СН=СН2 + Н2 = Н3С – СН2 – СН3  Н2С=СН – СН2 – СН=СН2 + 2Н2 = Н3С – СН2 – СН2 – СН2 – СН3    **Примечание:** если в пункте 1 написана структурная формула компонента смеси, то допустимо написание структурной формулы только для продукта реакции. | **1 балл**  **1 балл**  **1 балл**  **1 балл**  **При отсутствии структурных формул за уравнение выставляется 0,5 балла** |
| 1. Написаны уравнения горения для всех компонентов смеси:   Н2С=С=СН2 + 4О2 = 3СО2 + 2Н2О  Н3С – СН=СН2 + 4,5О2 = 3СО2 + 3Н2О  Н2С=СН – СН2 – СН=СН2 + 7О2 = 5СО2 + 4Н2О | **1 балл**  **1 балл**  **1 балл**  **1 балл** |
| 1. Введены переменные для компонентов смеси и рассчитано количество водорода, необходимое для исчерпывающего гидрирования смеси:   Пусть в смеси ***а*** моль пропадиена, ***b*** моль пропена, ***с*** моль пентадиена и ***d*** моль винилциклопентена.  Тогда для исчерпывающего гидрирования необходимо:  **2a + b + 2c + 3d** моль водорода  Рассчитано количество углекислого газа, образующегося при сжигании смеси:  **3a + 3b + 5c + 7d** моль углекислого газа  По условию задачи – количество необходимого водорода равно половине количества образующегося углекислого газа:  **2a + b + 2c + 3d = 0,5(3a + 3b + 5c + 7d)**  **a = b + c + d**  Следовательно, количество пропадиена равно сумме количеств других компонентов. Из этого следует, что пропадиена в смеси 50%. | **1 балл**  **1 балл**  **2 балла**  **1 балл**  **3 балла** |
| **Максимальный балл:** | **20 баллов** |

**Задание 5.**

Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующую схему превращений:



Укажите условия протекания реакций. Напишите структурные формулы веществ **А-К** и назовите их.

Известно, что вещество **А** является первичным моногалогеналканом, массовая доля галогена в котором составляет 65%.

Также известно, что соединение **Х** содержит по массе 36,36% кислорода, 54,55% углерода и водород и имеет неразветвленный углеродный скелет.

**КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ 20**

***Решение:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию**  **(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)** | **Баллы** |
| 1. Выведена молекулярная формула моногалогеналкана **А**   Формула галогенпроизводного в общем виде СnH2n+1Hal  Для расчета массовой доли галогена можно воспользоваться формулой ω (Hal) = Ar(Hal) / M(СnH2n+1Hal) =>  M(СnH2n+1Hal) = Ar(Hal) / ω(Hal)  M(СnH2n+1Hal) = 12n + 2n + 1 + Ar(Hal)  Методом подбора находим, что галоген – бром и молекулярная формула С3Н7Br | **1,5 балла** |
| 1. Выведена молекулярная формула соединения **Х**   Содержание водорода 100 – 36,36 – 54,55 = 9,09 %  СmHnOzm :n : z = 54,55/12 : 9,09/1 : 36,36/16 = 4,55 : 9,09 : 2,27 =  = 2 : 4 : 1  Так как сказано, что соединение имеет неразветвленный углеродный скелет, оно должно содержать как минимум 4 атома углерода. Логично предположить, что это бутановая кислота С4Н8О2 (такой же вывод можно сделать, проанализировав те превращения, в которые вступает соединение Х) | **1,5 балла** |
| 1. Написаны уравнения реакций: 2. СН3 – СН2 – СН2Br + KOH(водный)  → СН3 – СН2 – СН2OH + KBr 3. СН3 – СН2 – СН2OH + СН3 – СН2 – СН2 – СОOH →   → СН3 – СН2 – СН2 – СОO – СН2 – СН2 – СН3 + Н2О (Н+)   1. СН3 – СН2 – СН2Br + СН3 – СН(СН3) – СООNa→   СН3 – СН(СН3) – СОО – СН2 – СН2 – СН3 +NaBr   1. СН3 – СН2 – СН2Br + KOH(спиртовой)  → СН3 – СН=СН2 + KBr + Н2О 2. СН3 – СН=СН2→ СН3 – С≡СН + Н2(katNi) 3. СН3 – С≡СН + Н2О → CH3 – C(O) –CH3  (Hg2+, H+) 4. CH3 – C(O) – CH3 + H2 → CH3 – CH(OH) – CH3 (katNi) 5. CH3 – CH(OH) – CH3 + СН3 – СН2 – СН2 – СОOH →   → СН3 – СН2 – СН2 – СОO – СН(СН3)2+ Н2О (Н+)   1. CH3 – CH(OH) – CH3 + HBr → CH3 – CHBr – CH3 + H2O 2. (СН3)2СН – СООNa + CH3 – CHBr – CH3 → (СН3)2СН – СОО – CH(CH3)2+ NaBr   **Примечание: при отсутствии условий снимается 0,2 балла за уравнение, при отсутствии коэффициентов снимается 0,5 баллов** | **Каждое уравнение по 1 баллу**  **Всего**  **10 баллов** |
| 1. A – 1-бромбутан СН3 – СН2 – СН2Br   B – пропанол-1 СН3 – СН2 – СН2OH  C – пропин СН3 – С≡СН  D – ацетон CH3 – C(O) – CH3  E – пропанол-2 CH3 – CH(OH) – CH3  F – 2-бромпропан CH3 – CHBr – CH3 | **Каждое название и каждая структурная формула по 0,25 балла**  **Всего 3 балла** |
| G – пропилбутират    H – пропилизобутират    I – изопропилбутират    K – изопропилизобутират | **Каждое название и каждая структурная формула по 0,5 балла**  **Всего 4 балла** |
| **Максимальный балл:** | **20 баллов** |

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**МУНИПАЦИАЛЬНЫЙ ЭТАП**

***Химия***

***11 класс***

**Критерии проверки**

**Задание 1.**



* Вещество З – черно-серые кристаллы; легко образуют фиолетовые пары, обладающие резким запахом; кристаллическая решетка ромбическая.
* Вещество В – желто-зеленый газ с резким запахом; т. пл. – 100,98 °C;   
  т. кип – 33,97 °С. Хорошо растворим в неполярных жидкостях, хуже в воде.

1. Приведите формулы веществ A – З.

2. Запишите уравнения происходящих реакций.

**КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ 20**

***Решение:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию** (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | **Баллы** |
| 1. А – НСl  HCl + NaOH = NaCl + H2O | **1балл**  **0,5 балла** |
| 2. Б - NaCl  NaCl + H2SO4 = NaHSO4 + HCl↑ или 2NaCl + H2SO4 = Na2SO4 + 2HCl↑ | **1 балл**  **0,5 балла** |
| 3. B – Cl2  16HCl + 2KMnO4 = 5Cl2 + 2MnCl2 + 2KCl + 8H2O | **1 балл**  **2 балла** |
| 4. Е – NaI  3Cl2 + NaI + 6NaOH = 6NaCl + NaIO3 + 3H2O | **1 балл**  **3 балла** |
| 5. Г – NaIO3  NaIO3 + 3Na2SO3 = NaI + 3Na2SO4 | **1балл**  **1 балл** |
| 6. Г – NaIO3  2NaIO3 + BaCl2 = 2NaCl + Ba(IO3)2↓ | **1балл** |
| 7. Ж – Вa(IO3)2  Б - NaCl | **1 балл** |
| 8. Д – NaIO4  NaIO3 + Cl2 + 2NaOH = NaIO4 + 2NaCl + H2O | **1 балл**  **2 балла** |
| 9. З – I2  NaI + 2FeCl32FeCl2 +2NaCl + I2 | **1 балл**  **2 балла** |
| **Максимальный балл:** | **20 баллов** |

**Задание 2.**

Неизвестный металл сгорает в кислороде, разбрасывая искры, и образует 23,2 г оксида металла. Для восстановления образовавшегося оксида необходимо затратить 8,96 л оксида углерода (II). Если полученный при восстановлении металл растворить в разбавленном растворе серной кислоты, то образовавшийся при этом раствор дает темно-синий осадок с красной кровяной солью.

*Вопросы:*

1. Назовите металл;

2. Приведите формулы всех возможных оксидов данного металла;

3. Напишите уравнения реакций восстановления оксидов металла оксидом углерода (II);

4. Используя числовые данные, докажите, о каком оксиде неизвестного металла идет речь;

5. Напишите уравнение реакции взаимодействия металла с раствором разбавленной серной кислоты и с красной кровяной солью;

6. Назовите соль, образующуюся при взаимодействии ионов железа (II) с раствором красной кровяной соли.

**КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ 20**

***Решение:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию** (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | **Баллы** |
| **1.** С раствором красной кровяной соли темно-синий осадок образуют ионы  железа (II), следовательно, неизвестный металл – железо. | **2 балла** |
| **2.** Приведены формулы оксидов железа:  FeO, Fe2O3, Fe3O4 | **0,5 х 3**  **1,5 балла** |
| **3.** Составлены уравнения реакций восстановления оксидов железа оксидом углерода (II):  FeO + СО = Fe + СО2 (1)  Fe2O3 + 3СО = 2Fe + 3СО2 (2)  Fe3O4 + 4СО = 3Fe + 4СО2 (3) | **1 балл**  **1 балл**  **1 балл** |
| **4.** Рассчитаны количества веществ углекислого газа и оксида железа:  n(CO2) = 8,96 л/22,4 л/моль = 0,4моль;  n(FeO) = n(СО2) = 0,4 моль (уравнение 1)  n(Fe2O3) = 1/3n(СО2) = 0,133 моль (уравнение 2)  n(Fe3O4) = 1/4n(СО2) = 0,1 моль (уравнение 3)  Рассчитаны молярные массы оксидов железа:  m(FeO) = 23,2 г /0,4 моль = 56,22 г/моль ≠ 82 г/моль;  m(Fe2O3) = 23,2 г /0,133 моль = 173,6 г/моль ≠ 160 г/моль;  m(Fe3O4) = 23,2 г /0,1 моль = 232 г/моль; | **1 балл**  **1 балл**  **1 балл**  **1 балл**  **1 балл**  **1балл**  **1 балл** |
| Доказано, что оксидом железа является Fe3O4 – железная окалина:  М (FeхOу) = 23,2 г/ 0,1моль = 232 г/моль; М (FeхOу) = М(Fe3O4) = 232 г/моль. | **1 балла**  **1 балл** |
| **5.** Написаны уравнения реакций взаимодействия железа с разбавленным раствором серной кислоты и красной кровяной солью:  Fe**+** Н2SO4 = FeSO4 + Н2↑  3FeSO4 + 2К3[Fe(CN)6] = Fe3[Fe(CN)6]2 ↓+ 3K2SO4  темно-синий | **1 балл**  **3 балла** |
| **6.** Приведено название соли: Fe3[Fe(CN)6] – «турнбулевая синь». | **0,5 балла** |
| **Максимальный балл:** | **20 баллов** |

**Задание 3.**

Раствор массой 9,21 г свежеприготовленной смеси анилина, фенола, уксусной кислоты и этанола в гексане при реакции с избытком мелкоизмельченного натрия выделяет 1568 мл газа (н.у.). Обработка того же количества исходной смеси бромной водой приводит к образованию 9,91 г осадка. Такое же количество исходной смеси может прореагировать с 17,86 мл 11,2%-ного раствора гидроксида калия (плотность 1,12 г/мл).

Вычислите содержание всех компонентов смеси в процентах по массе.

Напишите уравнения всех протекающих реакций, для ароматических соединений используйте структурные формулы.

Для расчетов используйте атомные массы, округленные до сотых.

**КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ 20**

***Решение:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию**  **(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)** | **Баллы** |
| 1. Введены переменные для компонентов смеси и рассчитана масса раствора через эти переменные:   Пусть в смеси ***а*** моль анилина, ***b*** моль фенола, ***с*** моль уксусной кислоты и ***d*** моль этанола.  Тогда масса исходной смеси:  aM(C6H5NH2) + bM(C6H5OH) + cM(CH3COOH) + dM(C2H5OH) = 9,21  93,12a + 94,11b + 60,05c + 46,05d = 9,21 **(1)** | **2 балла** |
| 1. Написаны уравнения взаимодействия с металлическим натрием:   2 C6H5OH + 2Na = 2 C6H5ONa + H2↑  2 CH3COOH + 2Na = 2 CH3COONa + H2↑  2 C2H5OH + 2Na = 2 C2H5ONa + H2↑ | **0,6 балла**  **0,6 балла**  **0,6 балла** |
| 1. Рассчитано количество водорода, выделяющегося в каждой реакции и общее количество во всех трех реакциях:   1,568 л / 22,4 л = 0,07 моль  0,5b + 0,5c + 0,5d = 0,07 или b + c + d = 0,14 **(2)** | **1 балл**  **2 балла** |
| 1. Написаны уравнения взаимодействия с бромом:     **Примечание:** Без использования структурных формул за уравнение выставляется **0,5 балла** | **1 балл**  **1 балл** |
| 1. Составлено уравнение для расчета массы осадка после бромирования:   аМ(триброманилина) + bМ(трибромфенола) = 9,91  329,80а + 330,79b = 9,91 | **2 балла** |
| 1. Написаны уравнения взаимодействия с водным раствором щелочи:   C6H5OH + NaOH = C6H5ONa + H2O  CH3COOH + NaOH = CH3COONa + H2O | **0,6балла**  **0,6 балла** |
| 1. Рассчитано количество щелочи вступившей в реакции и составлено уравнение связывающее количество щелочи с количеством прореагировавших веществ:   В реакцию вступило 17,86\*1,12\*0,112 = 2,24 г КОН, что составляет  2,24 / 56,11 = 0,04 моль  b + c = 0,04 | **1 балл**  **1 балл** |
| 1. Составлена система из 4 уравнений:   93,12a + 94,11b + 60,05c + 46,05d = 9,21  b + c + d = 0,14  329,80а + 330,79b = 9,91  b + c = 0,04 | **1 балл** |
| 1. Правильно решена система уравнений:   a = 0,02;b = 0,01; c = 0,03; d = 0,1 | **3 балла** |
| 1. Вычислено содержание всех компонентов:   Анилина 20,2 %  Фенола 10,2 %  Уксусной кислоты 19,6 %  Этанола 49,9 % | **0,5 балла**  **0,5 балла**  **0,5 балла**  **0,5 балла** |
| **Примечание:**  Если в пунктах 2, 4, 6 написаны уравнения для веществ не вступающих в данные взаимодействия снимается по 0,5 балла за каждое неправильное уравнение.  При отсутствии коэффициентов или неправильной расстановке коэффициентов баллы не начисляются. |  |
| **Максимальный балл:** | **20 баллов** |

**Задание 4.**

При сжигании 1 л бутана (н.у.) в избытке кислорода выделяется 128,5 кДж, а при сгорании 1г циклогексана в тех же условиях выделяется 47,1 кДж.

1. Вычислите средние энергии связей С – С и С – Н, если теплоты образования Н2О и СО2 равны, соответственно, 286 кДж/моль и 394 кДж/моль, а энергии атомизации графита и водорода составляют 715 кДж/моль и 436 кДж/моль, соответственно. Тепловые эффекты приведены для стандартной температуры 25оС, первоначальный объем бутана измерен при нормальных условиях.
2. Объясните, почему по этим данным можно вычислить только примерные средние значения энергии разрыва и образования связи.

**КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ 20**

***Решение:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию**  **(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)** | **Баллы** |
| 1. Вычислена мольная энергия сгорания бутана:   Q1 = 128,5 \* 22,4 = 2878 кДж | **0,5 балла** |
| 1. Вычислена мольная энергия сгорания циклогексана:   Q2 = 47,1 \* М(С6Н12) = 47,1 \* 84 = 3956 кДж | **0,5 балла** |
| 1. Написаны уравнения сгорания бутана и циклогексана:   С4Н10(г) + 6,5 О2(г) = 4 СО2(г) + 5 Н2О(ж) + 2878 кДж  С6Н12(ж) + 9 О2(г) = 6 СО2(г) + 6 Н2О(ж) + 3956 кДж | **1 балл**  **1 балл** |
| 1. С использованием следствия из закона Гесса вычислены теплоты образования бутана и циклогексана:   Q(С4Н10) = 4 Q(CO2) + 5 Q(H2O) – 2878 = 1576 + 1430 – 2878 = 128 кДж  Q(С6Н12) = 6Q(CO2) + 6Q(H2O) – 3956 = 2364 + 1716 – 3956 = 124кДж | **1 балл**  **1 балл** |
| 1. Написаны уравнения распада бутана и циклогексана на элементарные углерод и водород:   С4Н10(г) = 4 С(г) + 10 Н(г) + Q3  С6Н12(ж) = 6 С(г) + 12 Н(г) + Q4 | **1 балл**  **1 балл** |
| 1. Написаны уравнения для распада бутана и циклогексана на графит и молекулярный водород, полного испарения (атомизации) графита до атомарного углерода и диссоциации молекул водорода на атомы:   С4Н10(г) = 4 С(графит) + 5 Н2(г) – 128 кДж **(1)**  С6Н12(ж) = 6 С(графит) + 6 Н2(г) – 124 кДж **(2)**  С(графит) = С)г) – 715 кДж  **(3)**  Н2(г)= 2Н(г) – 436 кДж **(4)** | **1 балл**  **1 балл**  **1 балл**  **1 балл** |
| 1. Суммируя уравнения 1, 3, 4 находим Q3   Q3 = 4\*(-715) + 5\*(-436) – 128 = -5168 кДж  Суммируя уравнения 2, 3, 4 находим Q4  Q4 = 6\*(-715) + 6\*(-436) – 124 = -7030 кДж | **2 балла**  **2 балла** |
| 1. Введем переменные: пусть х – энергия одной связи С – С, а y – энергия одной связи С – Н   В молекуле бутана 3 связи С – С и 10 связей С – Н  В молекуле циклогексана 6 связей С – С и 12 связей С – Н, тогда получаем систему из двух уравнений:  3х + 10y = - 5168  6х + 12y = - 7030 | **1 балл**  **1 балл** |
| 1. Решая систему уравнений находим:   Х = -345 кДж/моль  Y = -413 кДж/моль | **0,5 балла**  **0,5 балла** |
| 1. Вычисленные величины приблизительны, т.к. изначально предполагалось, что все связи С – С и С – Н в молекулах одинаковые. Но энергии разрыва связи С – Н при первичном, вторичном и третичном атомах углерода различны. Кроме того, последующий отрыв атомов водорода от возникающих радикалов (СН3 → СН2 → СН → С) связан с различными энергетическими затратами. | **2 балла** |
| **Максимальный балл:** | **20 баллов** |

**Задание 5.**

В шести пробирках находятся водные растворы глицерина, глюкозы, формалина, фенола, уксусной кислоты и муравьиной кислоты. Используя только следующие реактивы: CuSO4, 5%-ный раствор; NaOH, 5%-ный раствор; NaHCO3, 10%-ный раствори бромную воду, определите в какой пробирке какое вещество находится. В вашем распоряжении есть оборудование: штатив с чистыми пробирками, пипетки, водяная баня, плитка.

Составьте таблицу мысленного эксперимента.

Напишите все уравнения реакций, которые помогут идентифицировать вещества. При написании реакций используйте структурные формулы

**КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ 20**

***Решение:***

|  |  |
| --- | --- |
| **Содержание верного ответа и указания по оцениванию**  **(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)** | **Баллы** |
| 1. **Составлена таблица мысленного эксперимента**  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | |  | **NaHCO3** | **Br2 + H2O** | **CuSO4+NaOH**  **без t** | **CuSO4+NaOH, t** | | **Глицерин** | - | Обесцвечивание, t | Темно-синий раствор | Темно-синий раствор | | **Глюкоза** | - | Обесцвечивание | Темно-синий раствор | Оранжевый осадок | | **Формалин** | - | Обесцвечивание  CO2 ↑ | Голубой творожистый осадок  не исчезает | Оранжевый осадок  CO2 ↑ | | **Фенол** | - | Белый осадок |  |  | | **Уксусная кислота** | CO2 ↑ | Без изменений |  |  | | **Муравьиная кислота** | CO2 ↑ | Обесцвечивание,  CO2 ↑ |  |  |   **Примечание:** Данный перечень визуальных изменений позволяет идентифицировать вещества с использованием минимального количества стадий. Дополнительные правильные данные в таблице не оцениваются. За каждую неправильно заполненную графу снимается 0,5 балла | **4 балла** |
| 1. **Написаны уравнения, проведенных реакций:**   А) Реакции с гидрокарбонатом натрия:   * СН3СООН + NaHCO3 = СН3СООNa + Н2О + СО2↑ * НСООН + NaHCO3 = НСООNa + Н2О + СО2↑   Б) реакции с бромной водой  **фенола**    **Муравьиной кислоты**НСООН + Br2 = 2 НBr + СО2↑  **Глицерина**  Глицерин может окисляться бромной водой до различных продуктов: глицеринового альдегида, 1,2-дигидроксиацетона (при нагревании) или до глицериновой кислоты.  НОСН2 – СН(ОН) – СН2ОН + Br2 = 2 НBr + НОСН2 – СН(ОН) – СНО  НОСН2 – СН(ОН) – СНО + Br2 + Н2О = 2 НBr + НОСН2 – СН(ОН) – СООН  Или суммарно  НОСН2 – СН(ОН) – СН2ОН + 2Br2 + Н2О = 4 НBr + НОСН2 – СН(ОН) – СООН  НОСН2 – СН(ОН) – СН2ОН + Br2 = 2 НBr + НОСН2 – С(О) – СН2ОН  **Формалина** HCHO + 2Br2 + H2O → CO2 + 4HBr  **Глюкозы**    В) реакции со свежеприготовленным гидроксидом меди без нагревания      Г) реакции со свежеприготовленным гидроксидом меди при нагревании    НСНО + 4 Сu(OH)2 → 2Cu2O + CO2+ 5 H2O | **0,5 балла**  **0,5 балла**  **1 балл**  **2 балла**  **За любой продукт**  **1 балл**  **1 балл**  **2 балла**  **2 балла**  **2 балла**  **2 балла**  **2 балла** |
| **Максимальный балл:** | **20 баллов** |