1. Медик – стоматолог хранил свои сокровища в нескольких маленьких сейфах, вмонтированных в стену. На дверцах были надписи, которые показывали, из какого материала состоят находки медика:

1. [Xe]6s14f145d10,

2. [He]2s22p2

3. [Ar]4s23d104p2,

4. [Kr]5s14d10,

5. [Kr]4d10,

6. [Xe]6s24f145d10

Сам – то он легко ориентировался в этих загадочных символах, но когда в комнату проник вор…Растерявшийся преступник не мог понять, где же находятся золотые изделия древних мастеров, и наудачу вскрыл один из сейфов. Но там оказались только куски угля. Сработала сигнализация, вор бежал, оставшись без добычи.

*В каком из сейфов было золото?* (*Укажите номер правильного ответа*).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Решение: | Ответ | Балл |
| [Xe]6s14f145d10 - золото | 1 | 1балл |

1. В 1870 г. Д.И Менделеев предсказал существование нового химического элемента «экацезия» с порядковым номером 87, расположенного в IА - группе Периодической системы. Долго этот элемент не могли найти в природе. Только в 1929 г химики напали на след «экацезия», но его никак не могли отделить от примесей других элементов. Одно ошибочное открытие следовало за другим. Как только не называли «экацезий»: виргинием, молдавием, руссием, алкалинием…Но вот в 1939 г. за эту проблему взялась Маргерит Пере, ученица Марии Склодовской – Кюри. Она обнаружила, что «экацезий» рождается в результате α – распада ядер актиния (элемента, следующего в Периодической системе за радием и возглавляющего семейство актиноидов). Пере занялась очисткой препаратов актиния от примесей, и скоро пришел успех: был открыт новый радиоактивный элемент, названный в честь ее родной страны Франции. Маргерит Пере стала первой женщиной Франции, удостоенной звания академика. Используя закономерности изменения свойств элементов по группе таблицы Менделеева, укажите:

*1. Формулы оксида, пероксида, гидроксида и гидрида элемента;*

*2. Его солей – оксалата и хлорида;*

*3. Укажите сумму коэффициентов в уравнении реакции взаимодействия металла с кислородом (дробные коэффициенты не ставить);*

*4. Укажите сумму коэффициентов в уравнении реакции взаимодействия металла с водой (дробные коэффициенты не ставить).*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Решение: | Ответ | Балл |
|  | *Fr2O, Fr2O2; FrOH; FrH* | 0,5 балла за каждую формулу |
|  | *Fr2C2O4; FrCl* | 1 балл |
| 1. 2Fr + O2 = Fr2O2 | *4* | 1 балл |
| 1. 2Fr + 2H2O = 2FrOH + H2 | *7* | 1 балл |

1. Человек в теплой комнате съедает 100 г печенья (его энергетическая ценность (q) составляет 15,52 кДж/г). Если предположить, что в организме человека не происходит накопление энергии, то *какую массу воды он выделит при потоотделении, чтобы установилась первоначальна температура*? *(округлить с точностью до целого числа, единицы измерения НЕ указывать)* (Теплота испарения воды 44 кДж/моль).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Решение: | Ответ | Балл |
| Потоотделение охлаждает тело, поскольку для испарения воды требуется энергия. Испарение воды происходит при постоянном давлении, поэтому можно приравнять теплоту испарения воды к количеству теплоты, которую необходимо выделить:  Q = n(H2O) ⁕ ΔHисп.( H2O)  Энергия, получаемая при усвоении печенья, составляет  Q = m (печенья)·⁕ q (печенья) = 100 г ⁕ 15,52 кДж/г = 1552 кДж.  Тогда количество и масса воды, которые необходимо выделить, равны  n (H2O) = Q / ΔHисп. = 1552 кДж/44 кДж/моль = 35,3 моль.  m (H2O) = n (H2O) ⁕M (H2O) = 35,3моль ⁕ 18 г/моль = 635 г. | *635* | 4 балл |

1. *Какие два вещества вступили в реакцию, если в результате реакции образовались следующие вещества (исходные вещества указать через запятую без коэффициентов).При необходимости указать особые условия протекания реакции (агрегатное состояние или концентрацию веществ)*

1) …….→ BaCO3 + CaCO3 + H2O

2) …….→ BaSO4 + H2SO4 + H2O

3) …….→ 2KHSO4 + KClO4 +2ClO2 + H2O

4) …….→ H3PO4 + 8NO2 + 4H2O

5) …….→ SnO2 + 4NO2 + 2H2O

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Решение: | Ответ | Балл |
| 1) Ba(OH)2 + Ca(HCO3)2→ BaCO3 + CaCO3 + H2O | Ba(OH)2, Ca(HCO3)2  или  Ca(OH)2, Ba(HCO3)2 | 0,5 балла за каждую формулу |
| 2) Ba(HSO3)2 + 2H2O2→ BaSO4 + H2SO4 + H2O | Ba(HSO3)2, 2H2O2 | 0,5 балла за каждую формулу |
| 3) 3KClO3(тв) + 2H2SO4(конц) → KHSO4 + KClO4 +ClO2 + H2O | KClO3 (тв),  H2SO4 (конц) | 0,25 балла за каждое вещество  0,25 балла за каждое условие |
| 4) PH3 + 8HNO3→ H3PO4 + 8NO2 + 4H2O | PH3,  HNO3 | 0,5 балла за каждую формулу |
| 5) Sn + 4HNO3 → SnO2 + 4NO2 + 2H2O | Sn  HNO3 | 0,5 балла за каждую формулу |

1. На кристаллы темнокрасного цвета капнули несколько капель ацетона, который воспламенился. В результате реакции образовался порошок зеленого цвета. Составьте уравнение реакции.

*В поле ответа введите сумму коэффициентов, полученную в уравнении (дробные коэффициенты не ставить).*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Решение: | Ответ | Балл |
| 16CrO3 + 3CH3С(O)СH3 = 8Cr2O3 + 9CO2 + 9H2O | 45 | 1 |

1. При взаимодействии хлорида золота (III) с пероксидом водорода в щелочной среде выпал осадок. Составьте уравнение реакции.

*В поле ответа введите сумму коэффициентов, полученную в уравнении (дробные коэффициенты не ставить).*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Решение: | Ответ | Балл |
| 2AuCl3 + 3H2O2 + 6KOH = 2Au + 3O2 +6KCl + 6H2O | 28 | 1 |

1. Карл Вильгельм Шееле в 1782 г. пытался выяснить, почему при добавлении к желтой кровяной соли водного раствора хлорида железа (III) в осадок выпадет синее вещество, которое называли «берлинской лазурью». (1.*Укажите сумму коэффициентов в уравнении реакции.)* Шееле решил разложить желтую кровяную соль на составные части действием серной кислоты. Он засыпал соль в реторту, прилил серную кислоту и начал нагревать смесь. (2.*Укажите сумму коэффициентов в уравнении реакции.)* Из реторты начала отгоняться бесцветная, очень подвижная жидкость с запахом горького миндаля (вещество А). Шееле удивило, что полученная «миндальная» жидкость реагирует с гидроксидом калия (получается хорошо растворимая бесцветная соль неизвестного состава), а с карбонатом калия новая жидкость не взаимодействует. (3.*Укажите молярную массу вещества А (без единиц измерения)).* По окончании реакции в реторте остались вещества Б и В. (4. *Определите вещества Б и В. Вещество Б окрашивает пламя в фиолетовый цвет. 5.Укажите реакцию среды вещества Б и вещества В*.) Попробуйте разобраться в химических процессах, проведенных карлом Вильгельмом Шееле.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Решение: | Ответ | Балл |
| 1. 3K4[Fe(CN)6] + 4FeCl3 = 12KCl + Fe4[Fe(CN)6]3   или  K4[Fe(CN)6] + FeCl3 = KFe[Fe(CN)6] + 3KCl | *20*  *6* | 1балл |
| 1. K4[Fe(CN)6] + 3H2SO4 = 6HCN + 2K2SO4 + FeSO4 | *13* | 1балл |
| 1. Молярная масса вещества А – HCN 27 г/моль. | *27* | 1балл |
| 1. Вещество *Б - K2SO4*, вещество *В - FeSO4* | *Б - K2SO4*  *В - FeSO4* | 1балл |
| 1. Реакция среды вещества *Б – нейтральная*, реакция среды вещества *В – кислая* | *Б – нейтральная*  *В – кислая* | 1балл |

1. Данное лекарственное средство, более известное в форме гидрата как английская соль, эпсомская соль. Используется в виде раствора для внутривенного введения и в виде порошка для приготовления суспензии для приёма внутрь. Данный кристаллогидрат при приеме внутрь оказывает желчегонное (рефлекторное действие на рецепторы слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки) и слабительное действие (в связи с плохой всасываемостью в кишечнике в нем создается высокое осмотическое давление, происходит накопление воды в кишечнике, содержимое кишечника разжижается, перистальтика усиливается). Является антидотом при отравлениях солями тяжелых металлов; при введении оказывает гипотензивное, успокаивающее и противосудорожное действие, а также диуретическое, антиаритмическое, в высоких дозах - курареподобное (угнетающее влияние на нервно-мышечную передачу), снотворное и наркотическое действие, подавляет дыхательный центр. Катион металла, входящий в состав препарата, является физиологическим блокатором медленных кальциевых каналов и способен вытеснять его из мест связывания, регулирует обменные процессы, межнейрональную передачу и мышечную возбудимость, препятствует поступлению кальция через пресинаптическую мембрану, снижает количество ацетилхолина в периферической нервной системе и центральной нервной системе. Расслабляет гладкую мускулатуру, снижает артериальное давление (преимущественно повышенное), усиливает диурез.

*Определите металл, входящий в состав кристаллогидрата (написать химическое название элемента). Вычислите число молекул воды в молекуле кристаллогидрата, если из навески кристаллогидрата массой 5,520\*10-4кг получили 2,492\*10-4кг гравиметрической формы – ME2P2O7. Найти массовую долю кислорода в кристаллогидрате в % (округлить с точностью до сотых, единицы измерения НЕ указывать).*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Решение: | Ответ | Балл |
| Согласно предложенному описанию, лекарственный препарат – кристаллогидрат сульфата магния  Катион металла – магний  2MgSO4\*хH2O = Mg2P2O7  n(Mg2P2O7) = m/M = 0,2492(г)/222(г/моль) = 0,00112 моль.  n (MgSO4\*хH2O) = 0,00112 моль\*2 = 0,00224 моль  M (MgSO4\*хH2O) = m/n = 0,552(г)/0,00224 моль = 246г/моль  M (MgSO4\*хH2O) = 24+32+64+18х г/моль  24+32+64+18х = 246  18х = 126  х=7  MgSO4\*7H2O | магний  7 | 0,5 балла  1 балл |
| ω (O) = A (O) \*11\*100%/M (MgSO4\*7H2O)  ω (O) = 16\*11\*100%/246 = 71,54% | 71,54 | 0,5 балла |

1. 16 г оксида меди (II) пропустили через нагретую трубку, содержащую газовую смесь аммиака и водорода объемом 2,24 л с плотностью по воздуху 0,224 (A(Cu) принять равной 64 г/моль).
2. *Указать сумму коэффициентов в каждом из написанных уравнениях в отдельности*
3. *Указать на сколько грамм уменьшится масса твердого остатка (округлить с точностью до сотых, единицы измерения НЕ указывать)*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Решение: | Ответ | Балл |
| 3CuO + 2NH3 = 3Cu + N2 + 3H2O  CuO + H2 = Cu + H2O | 12  4 | 0,5 балла  0,5 балла |
| M (газовой смеси) = 29⁕0,224 = 6,5г/моль  n (газовой смеси) = 2,24 л/22,4 л/моль = 0,1 моль.  Пусть n (NH3) = x моль, тогда n (H2) = 0,1 – x моль  6,5 = 17х + (0,1 – х) ⁕2  --------------------------------  0,1  0,65 = 17х+0,2-0,2х  15х = 0,45  х = 0,03  n (NH3) = 0,03 моль.  n (H2) = 0,1 – 0,03 = 0,07 моль  m (твердого остатка после реакции)  = m(CuO)исх - m(CuO)вступ + m(Cu)общая  n(CuO) = 16г/80г/моль = 0,2 моль  n(CuO)1 = 0,03⁕3/2 = 0,045 моль  n(CuO)2 = n (H2) = 0,07 моль  n(CuO)вступ=0,115 моль  m (CuO)вступ=0,115 моль⁕80г/моль = 9,2г  n(Cu)1 = 0,03⁕3/2 = 0,045 моль  n(Cu)2 = n (H2) = 0,07 моль  n(Cu)общая = 0,07 моль+0,045 моль = 0,115 моль  m(Cu)общая = 0,115 моль⁕64г/моль = 7,36г  m (твердого остатка после реакции) = 16 – 9,2 +7,36 = 14,16  ∆ m = 16 – 14,16 = 1,84 г | 1,84 | 4 балла |

1. В 1859 – 1863 гг. французский химик Марселен Бертло изучал взаимодействие угля с водородом при высоких температурах. В одном из опытов получается бесцветный газ (А), который горел сильно коптящим пламенем. Однажды в сосуд с этим газом попала примесь воздуха, и при поджигании произошел взрыв.
2. *Укажите молекулярную формулу газа А и его молярную массу (единицы измерения НЕ указывать))*.

Пропуская новый газ А через растворы нитрата серебра и хлорида диамминмеди (I), химик получил соответственно белый (Вещество Б) и красно – коричневый осадки (Вещество В).

1. *Определите молярные массы осадков.* (A(Cu) принять равной 64 г/моль).
2. *укажите сумму коэффициентов в описанных уравнениях реакций.).*

Отфильтровав их от раствора, Бертло высушил выделенные вещества, а потом решил измельчить в ступке. Одно за другим эти вещества взорвались, и он сам едва уцелел.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Решение: | Ответ | Балл |
| 1. Химик Марселен Бертло открыл ацетилен.   М = *26* г/моль | *С2Н2*  *26* | 1 балл |
| М (Ag2C2) = *240* г/моль, М (Cu2C2) = *152* г/моль | Вещество Б – 240  Вещество В - 152 | 2 балла |
| 2AgNO3 + C2H2 = Ag2C2 + 2HNO3  2[Cu(NH3)2]Cl + C2H2 = Cu2C2 + 2NH3 + 2NH4Cl | *14* | 2 балла |

1. При сгорании навески органического вещества массой 2,64 г образовалось 2464 мл углекислого газа, 900 мг воды, 1,38 г карбоната калия.

*Укажите молярную массу с точностью до целых (единицы измерения НЕ указывать)*.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Решение: | Ответ | Балл |
| n (C) = n (CO2) = 2464 : 1000 / 22,4 = 0,11 моль  n (C) = n (K2CO3) = 1.38/138 = 0,01 моль  m (С) = (0,11 + 0,01) ⁕ 12 = 1,44 г  n (Н) = 2n(H2O) = 900:1000 ⁕ 2 / 18 = 0,1 моль  m (Н) = 0,1 х 1 = 0,1 г  n (K) =2 n (K2CO3) = 0.01 ⁕ 2 = 0,02 моль  m (K) = 0,02 ⁕ 39 = 0,78 г  m (О) = 2,64 – 1,44 – 0,1 – 0,78 = 0,32 г  n (О) = 0,32/16 = 0,02 моль  С Н K О  0,12 0,1 0,02 0,02  6 5 1 1  C6H5OK | 132 | 1 балл |

1. Соединение «А» - жидкость с приятным запахом. Обладает наркотическим действием, его пары раздражают слизистые оболочки глаз и дыхательных путей, при контакте с кожей могут возникнуть дерматит и экзема. В фармацевтическом производстве используется как растворитель, а также как ароматизатор. При гидролизе «А» образуется два соединения с одинаковым числом атомов углерода. Одно из соединений, «Б», используется в производстве искусственного волокна. Соединение «В» применяется в медицине в качестве наружного антисептического и раздражающего средства для приготовления компрессов и обтираний. При взаимодействии вещества «Б» с хлором на свету может образоваться три кислоты. Кислота «Г» более слабая, кислота «Д» - более сильная.

*Указать молекулярную формулу веществ А(СxНyOz), Б (СxНyOz), В (СxНyOz), Г (СxНyOzClk), Д. (СxНyOzClk).*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Решение: | Ответ | Балл |
| «А» - жидкость с приятным запахом – сложный эфир - этилацетат | *С4Н8О2* | 1 балл |
| «Б» - уксусная кислота | *С2Н4О2* | 1 балл |
| «В» - этанол | *С2Н6О* | 1 балл |
| «Г» - хлоруксусная кислота | *С2Н3О2Cl* | 1 балл |
| «Д» - трихлоруксусная кислота | *С2НО2Cl3* | 1 балл |

1. Навеску неизвестного органического соединения массой 16,7 г сожгли в избытке кислорода и получили 15680 мл (н.у.) углекислого газа, 4,5 мл воды и 1,2 л азота (при температуре 200С и нормальном давлении). Известно, что оно было получено взаимодействием ароматического соединения с нитрующей смесью.

*1. Запишите молекулярную формулу в виде CxHyOzNk;*

*2. Определите число σ – связей в молекуле (записать цифру);*

*3. Какие функциональные группы и заместители есть в молекуле (выбрать правильные ответы из списка);*

*4. Указать взаимное расположение функциональных групп и заместителей (выбрать правильный ответ);*

*5. Указать количество sp2 – гибридных атомов углерода (записать цифру)*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Решение: | Ответ | Балл |
| n (C) = n (CO2) = 15680 : 1000 / 22,4 = 0,7 моль  m (С) = 0,7 ⁕ 12 = 8,4 г  V(H2O)=m(H2O), т.к. p(H2O) = 1г/мл  n (Н) =2n(H2O) = 4,5 ⁕ 2 / 18 = 0,5 моль  m (Н) = 0,5 ⁕ 1 = 0,5 г  PV = nRT  101,3 ⁕ 1,2 = n ⁕ 8,31 ⁕293  n = 0,05 моль  n (N) = 2n(N2) = 0,05 х 2 = 0,1 моль  m (N) = 0,1 х 14 = 1,4 г  m (О) = 16,7 – 8,4 – 0,5 – 1,4 = 6,4 г  n (О) = 6,4/16 = 0,4 моль  С Н N О  0,7 0,5 0,1 0,4  7 5 1 4  *С7Н5NО4* | *С7Н5NО4* | 1 балл |
| https://studfile.net/html/46058/234/html_2hH9hRCtWb.Hw93/img-SllYRm.png | *13* | 1 балл |
| 1. *Карбонильная группа*   *Карбоксильная группа*  *Гидроксо - группа*  *Амино - группа*  *Нитро - группа*  *Сульфо – группа* | *Карбоксильная группа*  *Нитро - группа* | 1 балл |
| *Орто –*  *Мета –*  *Пара –* | *Мета* | 1 балл |
|  | *7* | 1 балл |

1. Продукты полного сгорания 3,36 л (н.у.) метана в избытке кислорода поглотили 37,7 мл 20%-ного раствором каустической соды (плотностью 1,22 г/мл).
2. *Указать сумму коэффициентов в написанных уравнениях*
3. *Указать массы веществ в растворе (кроме воды) (округлить с точностью до сотых, единицы измерения НЕ указывать)*
4. *Указать массовые доли всех веществ в растворе (округлить с точностью до сотых, единицы измерения НЕ указывать).*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Решение: | Ответ | Балл |
| CH4 + 2O2 = CO2 + 2H2O  CO2 + NaOH = NaHCO3  NaHCO3 + NaOH (избыток) = Na2CO3 + H2O | 13 | 1 балл |
| n(CН4) = 3,36л/22,4л/моль = 0,15 моль  n(СО2) = n(CН4) = 0,15 моль  mр-ра(NaOH) = 37,7 мл⁕1,22 г/мл = 46 г.  mв-ва(NaOH) = 46г⁕0,2 = 9,2 г.  n(NaOH) = 9,2 г/40г/моль = 0,23 моль  NaOH в избытке  n(NaOH) в избытке = 0,23 - 0,15 = 0,08 моль  n(NaHCO3) = 0,15 моль  NaHCO3 в избытке  n(Na2CO3) = 0,08 моль  n(NaHCO3)избыток = 0,15 моль – 0,08 моль = 0,07 моль  m(Na2CO3) = 0,08 моль⁕106г/моль = 8,48г  m(NaHCO3) = 0,07 моль⁕84г/моль = 5,88г | 8,48  5,88 | 2 балла |
| m конечного р-ра = m (CO2) + m (H2O) + mр-ра(NaOH) = 6,6г +5,4г + 46г = 58г  m (СО2) = 0,15 моль⁕44г/моль = 6,6 г.  m (H2O) = 0,3 моль⁕18г/моль = 5,4г.  ω (Na2CO3) = 8,48⁕100/58 = 14,62%  ω (NaНCO3) = 5,88⁕100/58 = 10,14%  ω (H2O) = 100% – 14,62% – 10,14% = 75,24% | 14,62  10,14  75,24 | 2 балла |