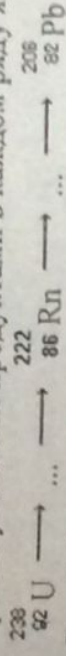


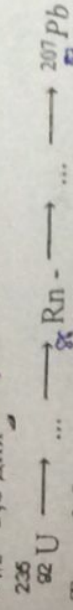
Сборы 16-21.05.16. Контрольная работа №2.

Задание 1

Изотопы урана $^{238}_{92}\text{U}$ и $^{235}_{92}\text{U}$ являются родоначальниками радиоактивных рядов. Промежуточными продуктами в каждом ряду являются изотопы радона:



$T_{1/2} = 3,8$ дня,



$T_{1/2} = 3,9$ с

Здесь $T_{1/2}$ — период полураспада соответствующего изотопа. Изотопы радона выделяются из урансодержащего образца и мигрируют к поверхности воды озер с высоким содержанием урана.

При распаде изотопов радона излучаются альфа-частицы, пробег которых в воздухе не превышает нескольких сантиметров.

1. Предположите, чему равно массовое число изотопа радона, получающегося в ряду урана-235. Ответ поясните.
2. Какой изотоп какого элемента образуется при распаде каждого изотопа радона?
3. Какой из изотопов радона представляет наибольшую опасность? Почему? Средняя глубина озера около 280 м.
4. Укажите причины, по которым не рекомендуется длительное время находиться в местах выделения радона.
5. Рассчитайте радиоактивность на 1 л воздуха (н.у.) в Бк, если концентрация радона в воздухе над поверхностью воды достигла величины $2,3 \cdot 10^{-14}\%$ по объему. Напомним, что 1 Бк = 1 расп/с. Перемешиванием воздуха можно пренебречь. Радиоактивный распад описывается кинетическим уравнением первого порядка.
6. Через какое время радиоактивность пробы воздуха, отобранной для анализа, уменьшится приблизительно в 30 раз?

Задание 2

Методом определения поверхности полидисперсных твердых тел является метод гетерогенного изотопного обмена. Изотопный обмен - самопроизвольный процесс перераспределения изотопов одного элемента между различными фазами.

К насыщенному раствору, находящемуся в равновесии с твердой фазой, добавляют порцию того же насыщенного раствора, но содержащего радиоактивную метку (радиоактивные атомы того же химического элемента, находящиеся в той же химической форме, что и не радиоактивные атомы в насыщенном растворе). Физико-химическое поведение радиоактивных и не радиоактивных атомов одного элемента идентично. Если осадок предварительно стабилизирован (длительно выдерживался в насыщенном растворе), то можно считать, что в изотопном обмене участвует только поверхностный (мономолекулярный) слой твердой фазы. После установления равновесия изотопного обмена для поверхностного слоя и раствора выполняется соотношение:

$$N_t : N_{p^*} = N_p : N_p^*,$$

где N_p и N_{p^*} - число нерадиоактивных и радиоактивных атомов, соответственно, в твердой фазе, p - раствор. По результатам распределения радиоактивного изотопа между насыщенным раствором и поверхностью осадка при равновесии можно рассчитать поверхность осадка.

Для определения поверхности SrF_2 взяли 80 мл (V_1) водной суспензии, содержащей 0,60 г твердой фазы в насыщенном растворе SrF_2 . К суспензии добавили 20 мл (V_2) насыщенного при той же температуре водного раствора SrF_2 , меченого радиоактивным изотопом ^{87}Sr ,

удельная радиоактивность раствора V_2 равна: $a_0 = 2100$ Бк/мл. После достижения равновесия удельная радиоактивность раствора, полученного при сливании V_1 и V_2 стала равной: $a = 400$ Бк/мл. Произведение растворимости фторида стронция равно: $PP(SrF_2) = 2,5 \cdot 10^{-9}$; плотность твердого фторида стронция $\rho(SrF_2)$ равна $4,24$ г/см³; $A_r(Sr) = 87$; $A_r(F) = 19$. Фторид стронция обладает гранецентрированной кубической решеткой, примите, что "молекула SrF_2 " имеет форму куба.

Период полураспада ^{89}Sr $T_{1/2} = 50,5$ дня; 1 Бк = распад/с. Радиоактивный распад описывается уравнением кинетики 1-го порядка:
$$dN/dt = -\lambda \cdot N.$$

1. Приведите размерность $PP(SrF_2)$.
2. Раствор V_2 содержит как SrF_2 , так и $^{89}SrF_2$. Сопоставьте содержание каждого из фторидов в единице объема раствора V_2 (моль/л).
3. Приведите (качественно) вид кривой изменения радиоактивности раствора от начала опыта ($t=0$) во времени.
4. Как будет выглядеть эта же кривая, если эксперимент проводить со свежеприготовленным (не стабилизированным) осадком? Все кривые приведите на одном графике. Обоснуйте вид кривых.
5. Получите выражение для площади σ , занимаемой на поверхности осадка одной "молекулой фторида стронция".
6. Получите уравнение для расчета удельной поверхности осадка S см²/г.
7. Рассчитайте удельную поверхность S см²/г исследуемого образца фторида стронция.
8. Можно ли использовать метод изотопного обмена для определения поверхности в системе твердая фаза - насыщенный пар?

Задание 3

При попытке перекристаллизовать безводный нитрат некоторого металла из органического растворителя, относящегося к циклическим соединениям, были получены кристаллы комплексного соединения, содержащего по результатам химического анализа 26,6% металла, 34,3% нитрат-ионов, 17,7% углерода. ИК-спектроскопическое исследование показало, что в состав кристаллов входит вода. Нагревание кристаллов в атмосфере аргона сопровождается рядом тепловых эффектов. Так, при 110°C наблюдается эндотермический эффект, отвечающий потере одной молекулы растворителя (уменьшение составляет 16,2% от исходной массы навески). При дальнейшем нагревании (около 200°C) наблюдается сильный и слабый (850°C) экзотермические эффекты, причем последний не сопровождается изменением веса образца.

1. Какой металл входит в состав комплекса и как можно получить его безводный нитрат?
2. Какой растворитель использовался для перекристаллизации нитрата?
3. Установите состав комплекса и приведите его предполагаемую координационную формулу. Какое координационное число атома металла реализуется, на Ваш взгляд, в этом комплексе?
4. Предложите возможные причины появления воды в составе комплекса, если авторы работали (по их утверждению) с "тщательно осушенным растворителем".
5. Какова природа двух экзотермических эффектов при термоллизе кристаллов комплекса? Приведите уравнения реакций разложения комплекса в инертной атмосфере и при нагревании на воздухе. Каков конечный продукт термоллиза в обоих случаях?
6. Координация растворителя сопровождается низкочастотным смещением многих полос поглощения в его ИК-спектре. Наибольший сдвиг отвечает полосам в области 1100 - 1000 см⁻¹. Как Вы думаете, каким колебаниям отвечают эти частоты?

Задание 4

Длительное нагревание (250°C , 6 атм.) смеси, образовавшейся при пропускании 11 л газообразного хлороводорода в 100 г анилина, приводит к образованию соединения **X**₁, нерастворимого в водных растворах кислот и щелочей. Если **X**₁ обработать избытком нитрующей смеси, то образуется соединение, нерастворимое в кислотах, но хорошо растворимое в растворах аммиака и соды. Из водно-аммиачного раствора может быть выделен краситель ауранция, а при добавлении к содовому раствору **Y** водного раствора хлорида калия выпадает осадок **Z**, сжигание 1,00 г которого в атмосфере кислорода даст 0,145 г несгораемого остатка.

1. Напишите формулы веществ **X**₁, **Y**, **Z** и уравнения проведенных реакций.
2. Какое практическое применение в лабораторной практике имеют вещества **X**₁ и **Y**?
3. Напишите уравнения реакций образования соединений **X**₂ и **X**₃, которые будут получаться вместо **X**₁ при замене хлороводорода на серную и муравьиную кислоты.
4. Объясните поведение соединений **X**₁ и **Y** в кислых и щелочных растворах.

Задание 5

При взаимодействии 4,95 г галогенпроизводного **A** (в масс-спектре **A** имеются два пика, отвечающих молекулярным ионам, с разницей m/e в две единицы и соотношением интенсивностей 3:1) с 15,3 г газообразного соединения **B**, содержащего 31,1% азота по массе, при 60°C под давлением образовалось 8,5 г соединения **X** и растворимая в воде смесь **B**. Раствор **B** в воде разделили на две равные части и подействовали на них избытком растворов AgNO_3 и $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ соответственно. В первом случае выпало 3,05 г, а во втором - более 10,5 г осадка.

Соединение **X** - зеленая флуоресцирующая жидкость, нерастворимая в воде и применяющаяся в сцинтилляционных детекторах. В ПМР спектре **X** содержится единственный синглет, а в ^{13}C -ЯМР - два сигнала с соотношением интегральных интенсивностей 4:1. Это вещество быстро окисляется кислородом воздуха с яркой зелено-голубой хемилюминисценцией с образованием единственного продукта - жидкости **Г**, являющейся апротонным биполярным растворителем. При взаимодействии **X** с бромом образуется растворимый в воде дибромид **Д**. При решении задачи выходы реакций принять количественными.

1. Приведите структурные формулы зашифрованных соединений, напишите уравнения соответствующих реакций и определите состав смеси **B**. Ответ подтвердите расчетами.
2. Объясните растворимость в воде вещества **Д** на основании представлений об электронном строении **X**. Как, по Вашему мнению, будет вести себя **X** в кислых водных растворах?
3. По другой методике 13 г соединения **X** можно получить, обрабатывая 11,05 г **E** металлическим литием в ТГФ (при этом цвет становится практически черным, а затем изменяется на красный), с последующей обработкой полученного **Ж** метилиодидом. Соединение **E** при гидролизе образует три соединения. Определите соединения **E** и **Ж**, напишите уравнение гидролиза **E** и объясните описанные изменения окраски.
4. Объясните описанный масс-спектр соединения **A**.

17.05.2016

КазНУ