

**XXIV МЕЖДУНАРОДНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ТУЙМААДА»**

**XXIV INTERNATIONAL SCHOOL OLYMPIAD «TUYMAADA»**

**ХИМИЯ**

**CHEMISTRY**

****

**II (экспериментальный) этап**

**Second (experimental) round**

**Младшая лига**

**Junior league**

**Yakutsk, 2017**

**Техника безопасности**

При работе в химической лаборатории необходимо соблюдать следующие правила:

* Работа должна быть предварительно спланирована Вами; запрещается проводить любые опыты с оборудованием и реактивами, не прописанные в настоящем комплекте заданий.
* На лабораторном столе во время работы не должно быть посторонних предметов.
* В лаборатории следует работать в лабораторном халате, волосы должны быть убраны.
* Строго запрещается принимать в лаборатории пищу и пить.
* Запрещается пробовать на вкус или нюхать реактивы.
* До и после выполнения работы необходимо вымыть руки.
* Все опыты с ядовитыми и пахучими веществами выполнять в вытяжном шкафу.
* Твердые химические реактивы брать только шпателем или ложечкой (не руками!).
* Неизрасходованные реактивы не высыпать и не выливать обратно в те сосуды, откуда они были взяты.
* При нагревании растворов и веществ в пробирке необходимо использовать держатель.
* Отверстие пробирки должно быть направлено в сторону от себя и других работающих.
* Нельзя наклоняться над сосудом, в котором происходит нагревание или кипячение жидкости.
* При необходимости определить запах выделяющихся при реакции газов нужно легким движением ладони направить струю газа от горла сосуда к себе и осторожно вдохнуть.
* При разбавлении концентрированных кислот и щелочей небольшими порциями приливать кислоту (или концентрированный раствор щелочи) в воду, а не наоборот.
* Опасные продукты реакции сливать только в соответствующие банки в вытяжном шкафу.
* Со всеми возникающими вопросами сразу же обращаться к членам жюри.
* Немедленно сообщать членам жюри или ответственным за лабораторию о любых случаях разлития растворов, несчастных случаях или травмах.

**Реактивы и оборудование задания 1**

**Реактивы**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Реактив** | **Комплект** | **Кол-во в 1 компл.** |
| 10% водно-спиртовой раствор K4[Fe(CN)6] | 1/2 | 10 |
| 0,2% раствор дитизона в CCl4 | 1/2 | 10 |
| 0,2% водно-спиртовой раствор диметилглиоксима | 1/2 | 10 |
| 5% водный раствор KI | 1/2 | 10 |
| насыщенный раствор KSCN | 1/2 | 10 |
| 5% Na2S | 1/2 | 10 |
| 0,2% раствор бензидина в 0,5M HCl | 1/2 | 10 |
| 2M раствор NaOH | 1/2 | 10 |
| 25% раствор аммиака | 2 на аудиторию | 10 |
| ацетон | 2 на аудиторию | 10 |
| 1% раствор ализарина в спирте | 1/2 | 10 |
| ацетон : вода : HCl (87:5:8) | 1/1 | 10 |

**Химическая посуда и оборудование**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Посуда/оборудование** | **Комплект** | **Кол-во в 1 компл.** |
| Мерный стакан на 150 мл (высота не менее 12 см) | 1/1 | 1/1 |
| Чашка Петри | 1/1 | 1/1 |
| Фильтровальная бумага 2,5\*12 см | 1/1 | 2/1 |
| Капилляры (скрепки) | 1/1 | 1/1 |
| Сушильный шкаф | 2 на аудиторию |  |
| Пробирки | 1/1 | 3/1 |
| Пластиковые стаканы с красной крышкой для системы | 1/1 | 1/1 |
| Флакон для реагентов-проявителей | 8 на 2 человека | 8/1 |
| Емкость для аммиака | 2 на аудиторию |  |
| Емкость для ацетона | 2 на аудиторию |  |

**Реактивы и оборудование задания 2**

**Реактивы**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Реактив** | **Комплект** | **Объем в 1 компл.** |
| Исследуемый раствор | 1/1 | 100 мл |
| ЭДТА 0,0500 М | 1/1 | 100 мл |
| Индикатор метиловый красный | 1/4 | 10 мл |
| Раствор аммиака | Общий | 100 мл |
| Ацетат аммония | 1/6 | 36 г |
| Салициловая кислота | 1/6 | 12 г |
| 0,1 М FeCl3 | 1/1 | 50 мл |
| 0.1 М H2SO4 | 1/1 | 25 мл |
| Дист. вода | Общий | 400 мл |

**Посуда и оборудование**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Посуда/оборудование** | **Комплект** | **Кол-во в 1 компл.** |
| Химический стакан | 1/1 | 1 |
| Пипетка Мора на 10 мл | 1/1 | 1 |
| Градуированная пробирка | 1/1 | 1 |
| Бумажный фильтр | 1/1 | 5 |
| Колба Эрленмейера | 1 | 3 |
| Бюретка на 25 мл | 1 | 1 |

**Задание 1**

**Бумажная хроматография**

Вам выдана смесь четырех различных катионов из следующего списка: Mn2+, Ni2+, Cd2+, Co3+, Al3+, Pb2+, Cu2+ и Zn2+. Проведите разделение выданной вам смеси при помощи распределительной бумажной хроматографии и проведите идентификацию индивидуальных компонентов.

**Методика**

Разделение смеси вышеперечисленных катионов проводят на полоске фильтровальной бумаги. В целях экономии времени рекомендуем проводить **параллельные** хроматографические опыты.

1. Возьмите полоску фильтровальной бумаги (синяя лента) размером 2\*12 см. Проведите карандашом линию старта на расстоянии 1 см от нижнего края, а на расстоянии 0,5 см от верхнего края проведите линию финиша.

2. Перенесите фильтровальную бумагу на чашку Петри. Кончиком скрепки аккуратно нанесите каплю анализируемой смеси на линию старта так, чтобы она растеклась в виде круга диаметром не более 4-5 мм. Обрежьте левый и правый угол нижнего края для равномерного поднятия жидкости по фильтровальной бумаге.

3. Осторожно, не замачивая стенок посуды, отлейте систему из ацетона, воды и соляной кислоты в объемном соотношении 87:5:8 в мерный стакан так, чтобы толщина слоя растворителя не превышала 1 см.

4. Полоску фильтровальной бумаги с нанесенной каплей анализируемой смеси опустите вертикально в стакан и закройте его чашкой Петри. *Следите за тем, чтобы элюент поднимался по фильтровальной бумаге равномерно и строго вертикально! Пятно анализируемой смеси не должно погружаться в растворитель!*

5. Время хроматографирования составляет 30-40 мин. Процесс прекращают после того, как растворитель достигнет линии финиша. После этого аккуратно достаньте бумагу из стакана и поместите в сушильный шкаф на 3-5 минут для полного испарения растворителя. Каждый катион характеризуется индивидуальным коэффициентом распределения Rf:

$$R\_{f}=\frac{l}{L}$$

 где l – расстояние, пройденное катионом;

 L – расстояние, пройденное растворителем.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Катион | Rf | Катион | Rf |
| Ni2+ | 0,05 | Co3+ | 0,71 |
| Al3+ | 0,02 | Cu2+ | 0,95 |
| Mn2+ | 0,41 | Zn2+ | 0,096 |
| Pb2+ | 0,83 | Cd2+ | 1,0 |

6. Располагая значениями Rf для каждого катиона, смочите вату раствором реагентов-проявителей и нанесите растворы на определенные участки фильтровальной бумаги для проявления окрашенных пятен. Сделайте вывод о наличии того или иного катиона в выданной вам смеси:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Катион | Реагент-проявитель | Цвет пятна |
| Ni2+ | Диметилглиоксим, пары аммиака | Красный |
| Al3+ | Ализарин, пары аммиака | Розовый |
| Mn2+ | Бензидин, 2M NaOH | Синий |
| Pb2+ | Раствор KI | Желтый |
| Co3+ | раствор KSCN, капля ацетона | Синий |
| Cu2+ | Раствор K4[Fe(CN)6] | Красно-бурый |
| Zn2+ | Дитизон | Красный |
| Cd2+ | Раствор Na2S | Зеленый/Черный |

**Вопросы:**

1. Определите состав выданного раствора.

2. Объясните принцип бумажной хроматографии.

**Задание 2**

**Определение концентрации Pb2+ в смеси Pb2+ and Zn2+**

**Определение общей концентрации катионов в растворе**

В колбу для титрования с помощью пипетки Мора переносят 10 мл исследуемого раствора. Затем в колбу добавляют 10 мл титрованного раствора ЭДТА, прибавляют 2-3 капли индикатора метилового красного и нейтрализуют 1-2 мл раствором аммиака до перехода окраски в желтый цвет. В нейтрализованный раствор переносят 0,5 г ацетата аммония и 0,1 г салициловой кислоты и тщательно перемешивают до растворения солей.

Избыток ЭДТА титруют раствором FeCl3 до образования устойчивой коричневой окраски раствора.

Титрование повторяют до 3-х сходящихся результатов и рассчитывают средний объем раствора FeCl3, израсходованный на титрование. Расчет суммарной концентрации катионов рассчитывают по следующей формуле:

$$С\left(катионы\right)=\frac{С\_{ЭДТА}V\_{ЭДТА}-С\_{FeCl3}V\_{FeCl3}}{V\_{аликвоты}},$$

где С(катионы) – общая концентрация катионов в исследуемом растворе, моль/л; СЭДТА – концентрация титрованного раствора ЭДТА, моль/л; VЭДТА – объем титрованного раствора ЭДТА, мл; СFeCl3 – концентрация титрованного раствора хлорида железа (III), моль/л; VFeCl3 – объем титрованного раствора хлорида железа (III), израсходованного на титрование, мл; Vаликвоты – объем аликвоты исследуемого раствора.

**Определение концентрации Pb2+ в растворе**

В химический стакан с помощью пипетки Мора переносят 10 мл исследуемого раствора. Затем в стакан добавляют 1,5 мл серной кислоты с концентрацией 0,1 М и фильтруют получившийся раствор через бумажный фильтр в колбу Эрленмейера. Фильтр необходимо промыть 10 мл дистиллированной воды. Затем в колбу добавляют 10 мл титрованного раствора ЭДТА, прибавляют 2-3 капли индикатора метилового красного и нейтрализуют 1-2 мл раствором аммиака до перехода окраски в желтый цвет. В нейтрализованный раствор переносят 0,5 г ацетата аммония и 0,1 г салициловой кислоты и тщательно перемешивают до растворения солей.

Избыток ЭДТА титруют раствором FeCl3 до образования устойчивой коричневой окраски раствора.

Титрование повторяют до 3-х сходящихся результатов и рассчитывают средний объем раствора FeCl3, израсходованный на титрование. Содержание свинца рассчитывают по следующей формуле:

$$С\left(Pb\right)=\frac{С\left(катионы\right)V\_{аликвоты}-(С\_{ЭДТА}V\_{ЭДТА}-С\_{FeCl3}V\_{FeCl3})}{V\_{аликвоты}},$$

где C(Pb) – концентрация катионов свинца (II), моль/л; С(катионы) – общая концентрация катионов в исследуемом растворе, моль/л; СЭДТА – концентрация титрованного раствора ЭДТА, моль/л; VЭДТА – объем титрованного раствора ЭДТА, мл; СFeCl3 – концентрация титрованного раствора хлорида железа (III), моль/л; VFeCl3 – объем титрованного раствора хлорида железа (III), израсходованного на титрование, мл; Vаликвоты – объем аликвоты исследуемого раствора.

**Вопросы**:

1. Определите общую концентрацию катионов.
2. Определите концентрацию свинца в растворе.
3. Для чего в колбу для титрования добавляют салициловую кислоту?
4. Напишите уравнения реакций, протекающих во время титрования.