

ВСЕРОССИЙСКАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

Пятый (заключительный) этап

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ТУР

Казань
22-27 апреля 1997 г.

Авторы: Мовзан НИ.
Бкстрова ОН
Ахметова ГЗ
Багаутдинова ДБ
Кохан НВ
Свирищефская Г.Г.

ДЕВЯТЫЙ КЛАСС

Задание 1.

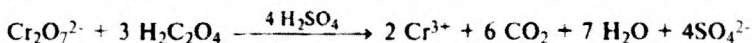
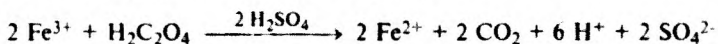
Работая в химической лаборатории с неорганическими веществами: солями железа, хрома, алюминия и серебра, а также иодом, студент испачкал халат. Идентифицируйте пятна и с помощью имеющихся на столе реагентов выведите пятна с халата.

Приведите уравнения реакций, которые при этом протекают.

Реагенты: $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, NaOH , HCl , Na_2CO_3 , I_2 в KI , H_2SO_4 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, мыльный порошок, кусок ткани с пятнами.

Решение

Уравнения реакций:

**Задание 2.**

Определите количественный состав смеси солей $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ и $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ в выданной точной навеске, используя имеющееся на рабочем столе оборудование.

Составьте план работы.

Оборудование: весы, сушильный шкаф, эксикатор.

Решение

Обозначим через $m_{\text{смеси}}$ массу исходной навески солей (г)

$m'_{\text{смеси}}$ массу навески солей после удаления кристаллизационной воды (г)

ДЕВЯТЫЙ КЛАСС

тогда $m_{H_2O} = m_{\text{смеси}} - m'_{\text{смеси}}$ — общая масса кристаллизационной воды

Если $m_{CoSO_4 \cdot 7H_2O}$ — масса соли кобальта в исходной навеске (г)

То $m_{Na_2CO_3 \cdot 10H_2O} = m_{\text{смеси}} - m_{CoSO_4 \cdot 7H_2O}$ (г)

Далее обозначим массу кристаллизационной воды в исходной навеске соли кобальта через m'_{H_2O} , тогда масса кристаллизационной воды в соде равна $(m_{H_2O} - m'_{H_2O})$

Составим две пропорции

для $CoSO_4 \cdot 7H_2O$ ($M = 281$)		для $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ ($M' = 286$)
$281 \text{ г} \quad \quad \quad - 126 \text{ г (H}_2\text{O)}$		$286 \text{ г} \quad \quad \quad - 180 \text{ г (H}_2\text{O)}$
$m_{CoSO_4 \cdot 7H_2O} \quad \quad - m'_{H_2O}$		$(m_{\text{смеси}} - m_{CoSO_4 \cdot 7H_2O}) - (m_{H_2O} - m'_{H_2O})$

Решая пропорции, получим

$$m_{CoSO_4 \cdot 7H_2O} = \frac{281 \cdot m'_{H_2O}}{126} \quad (1)$$

$$m_{\text{смеси}} - m_{CoSO_4 \cdot 7H_2O} = \frac{286(m_{H_2O} - m'_{H_2O})}{180} = \frac{143(m_{H_2O} - m'_{H_2O})}{90} \quad (2)$$

Подставляя (1) во (2) и решая относительно m'_{H_2O} находим массу кристаллизационной воды в $CoSO_4 \cdot 7H_2O$, а затем массу самой соли.

ДЕСЯТЫЙ КЛАСС

Задание

- 1 этап Вам предстоит синтезировать бензальанилин. Предложите самую короткую схему синтеза и напишите уравнения реакций.
- 2 этап Получив соответствующие реагенты, откорректируйте свою схему синтеза и уравнения реакций.
- 3 этап Проведите синтез бензальанилина по предложенной Вам методике. Проверьте чистоту полученного продукта по температуре плавления и на пластинке "Силуфол". Рассчитайте выход продукта.

Реагенты: бензальдегид, 10,6 грамма, $\rho^{20} = 1,0498$ г/мл

анилин, 9,3 грамма, $\rho^{20} = 1,0220$ г/мл

спирт этиловый 25 мл

Раствор для ТСХ (элюент): этанол : ацетон : тетрагидрометан = 1 : 1 : 2,10 мл.

Оборудование: стакан химический 100 мл, плоскодонная колба 100 мл — 2 шт., воронка Бюхнера, склянка Бунзена — одна на рабочую группу из 6 человек, стакан для ТСХ — один на двух работающих, проявочная камера — одна на рабочую группу из 6 человек, водяная баня, прибор для определения температуры плавления — один на двух работающих, стеклянные капилляры — 2 штуки, стеклянные палочки — 2 штуки, пробирки для приготовления раствора вещества для ТСХ, пипетка.

Методика синтеза

В стакан емкостью 100 мл вносят 10,6 г бензальдегида и при энергичном перемешивании стеклянной палочкой постепенно добавляют 9,3 г анилина. (Запишите свои наблюдения).

Реакционную массу выдерживают 15 минут, при комнатной температуре и при перемешивании приливают 25 мл этилового спирта. Раствор выдерживают 10 минут при комнатной температуре. Для кристаллизации стакан с реакционной массой помещают в баню со льдом

ДЕСЯТЫЙ КЛАСС

на 30 минут. Выпавшие кристаллы отфильтровывают вакуумным фильтрованием на воронке Бюхнера и высушивают на воздухе. Определяют температуру плавления полученного продукта.

Методика определения температуры плавления

1. Определяют приблизительную температуру плавления.

1.1. Первоначально определяют ориентировочную температуру плавления, нагревая прибор с большой скоростью (8-10 °С/мин)

1.2. Фиксируют температуру, при которой начинает появляться жидкая фаза в образце.

1.3. Фиксируют температуру, при которой полностью исчезает твердая фаза.

1.4. Определяют ориентировочный температурный интервал плавления:

$$T_{\text{пл. (нач.)}} \text{ }^{\circ}\text{C} - T_{\text{пл. (кон.)}} \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

2. Определяют точное значение температуры плавления.

2.1. Заполняют веществом новый капилляр. Нагрев ведут со скоростью 1-2 °С/мин., начиная с температуры на 15-20 °С меньшей, чем приблизительная температура плавления.

2.2. Фиксируют начальную и конечные температуры плавления.

2.3. Определяют точный температурный интервал плавления:

$$T_{\text{пл. (нач.)}} \text{ }^{\circ}\text{C} - T_{\text{пл. (кон.)}} \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

3. Делают вывод о степени чистоты полученного продукта, сопоставляя экспериментальное значение температуры плавления с литературными данными. ($T_{\text{пл.}} = 52 \text{ }^{\circ}\text{C}$).

Идентификация бензальанилина методом ТСХ

1. Приготовить в пробирке насыщенный раствор бензальанилина (1 мл элюента).

2. Остро отточенным карандашом на полоске силикофоловой фольги (со стороны рабочего слоя) провести тонкую линию на расстоянии 1 см

ДЕСЯТЫЙ КЛАСС

от края полоски (ВНИМАНИЕ — нанося линии, старайтесь не повредить рабочий слой силиконовой фольги).

3. Пипеткой осторожно нанести каплю раствора из п.1. с центром на отчерченной линии (ВНИМАНИЕ — не касайтесь пипеткой рабочего слоя фольги, диаметр пятна — не более 0,6 см).

4. Погрузить полоску в стакан с элюентом так, чтобы нанесенное пятно находилось выше уровня элюента.

5. Прикрыть стакан фильтровальной бумагой, выдержать время так, чтобы фронт элюента поднялся на 2/3 длины полоски.

6. Извлечь полоску из стакана, просушить на воздухе в течение 5 мин.

7. Внести полоску бумаги в проявочную камеру (закрытая колба с кристалликами йода) на 1-1,5 минуты.

8. Взять проявленную полоску и определить R_f (Величина R_f определяется как отношение расстояния, пройденного центром пятна вещества к расстоянию, пройденному фронтом растворителя).

9. Сравнить полученное значение R_f с данными R_f аутентичной пробы. ($R_f=0,9$).

•Оформите отчет.

•Рассчитайте практический выход продукта.

•Запишите уравнение протекающей реакции. К какому классу реакций она относится?



Реакция относится к реакциям замещения карбонильного кислорода (реакция конденсации).

•Чем объясняется отличие температуры плавления от теоретического?

Более низкое значение температуры плавления образца по сравнению с теоретическим объясняется тем, что:

а) продукт плохо высушен

б) продукт загрязнен исходными реагентами

•На каких физико-химических законах основан принцип ТСХ?

Принцип ТСХ основан на сорбции и десорбции различных классов веществ на твердом сорбенте.

ОДИННАДЦАТЫЙ КЛАСС

Задание 1.

В четырех пронумерованных пробирках находятся водные растворы следующих кислот: аскорбиновой, лимонной, серной и азотной. Установите состав содержимого каждой из пробирок, пользуясь имеющимися на столе реактивами и оборудованием. Напишите уравнения соответствующих реакций.

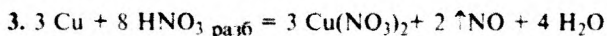
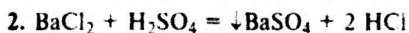
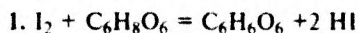
Реагенты: раствор I_2 в KI, раствор $BaCl_2$, Cu (стружка)

Оборудование: пробирки, водяная баня.

Решение

Определение проводят по схеме:

реагенты	кислоты			
	Аскорбиновая	Лимонная	Серная	Азотная
I_2 в KI	обесцвечивание			
$BaCl_2$			↓ белый	
Cu (стружка), нагрев				голубой раствор

**Задание 2.**

Установите массовую долю витамина С (аскорбиновой кислоты) и лимонной кислоты в составе сухого концентрата для приготовления прохладительного напитка, если в Вашем распоряжении имеются:

Реагенты: Титрованные растворы NaOH, I_2 , $Na_2S_2O_3$.

Индикаторы: фенолфталеин — pH 8,0-10,0

метилловый оранжевый — pH 3,1-4,4

крахмал

ОДИННАДЦАТЫЙ КЛАСС

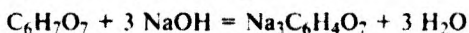
Оборудование: бюретка 25 мл, пипетка 20 или 25 мл, мерная колба 200 или 250 мл, конические колбы 250 мл, воронка, резиновая груша.

Методика суммарного определения кислот

Выданную навеску концентрата количественно переносят в мерную колбу, растворяют в дистиллированной воде, доводят до метки и тщательно перемешивают.

Отбирают аликвотную порцию раствора (20 или 25 мл) в коническую колбу, добавляют 1-2 капли фенолфталеина и титруют раствором щелочи до появления устойчивой розовой окраски. Титрование повторяют 2-3 раза.

При этом протекают реакции:



Учитывая соотношение реагирующих веществ, расчет производят по следующей формуле:

$$n_{\text{NaOH}} = n_{\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6} + n_{\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_7}$$

где n — число молей эквивалентов соответствующих веществ

$$\text{или} \quad \frac{C_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}}}{1000} \cdot \frac{V_{\text{колбы}}}{V_{\text{пипетки}}} = \frac{m_{\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6}}{176} + \frac{m_{\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_7}}{191/3} \quad (1)$$

где C_{NaOH} — концентрация раствора NaOH (моль/литр)

V_{NaOH} — объем NaOH, пошедший на титрование кислот,

$m_{\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6}$ и $m_{\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_7}$ — навески кислот (г)

$M_{\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6} = 176$ и $M_{\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_7} = 191$ — молярные массы кислот

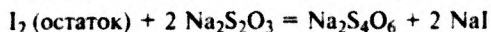
Методика определения аскорбиновой кислоты

Отбирают новую аликвотную порцию того же раствора в коническую колбу для титрования, добавляют 20 мл раствора иода и титруют раствором тиосульфата до светло-желтой окраски. Добавляют 1-2 капли

ОДИННАДЦАТЫЙ КЛАСС

индикатора — крахмала и продолжают титрование до исчезновения синей окраски. Повторяют титрование 2-3 раза.

При этом протекают реакции:



Расчет содержания аскорбиновой кислоты проводят по формуле:

$$m_{\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6} = \frac{C(\frac{1}{2})_{\text{I}_2} \cdot V_{\text{I}_2} - C(\frac{1}{1})_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \cdot V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}}{1000} \cdot \frac{V_{\text{колбы}}}{V_{\text{пипетки}}} \cdot \frac{176}{2} \quad (\text{г}) \quad (2)$$

где $C(\frac{1}{2})_{\text{I}_2}$ и $C(\frac{1}{1})_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$ — концентрации растворов иода и тиосульфата

V_{I_2} и $V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$ — объемы соответствующих растворов, используемых при титровании

Подставляя численное значение $m_{\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6}$ в формулу (1) находят $m_{\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_7}$

THEORY OF THE EARTH'S CRUST

CHAPTER I. THE EARTH'S CRUST AND ITS HISTORY.

1. The Earth's crust is the uppermost layer of the Earth, which is composed of various rocks and minerals.

2. The crust is divided into two main parts: the continental crust and the oceanic crust.

3. The continental crust is thicker and composed of lighter rocks, while the oceanic crust is thinner and composed of heavier rocks.

4. The crust is formed by the cooling and solidification of molten material from the mantle.

5. The crust is constantly being renewed by the process of plate tectonics.

6. The crust is divided into several major plates, which move relative to each other.

7. The plates are formed by the breaking apart of the crust into smaller pieces.

8. The plates are constantly moving, and their movement is caused by the forces of the mantle.

9. The plates are constantly being renewed by the process of plate tectonics.

10. The plates are constantly being renewed by the process of plate tectonics.

11. The plates are constantly being renewed by the process of plate tectonics.

12. The plates are constantly being renewed by the process of plate tectonics.

13. The plates are constantly being renewed by the process of plate tectonics.

14. The plates are constantly being renewed by the process of plate tectonics.

15. The plates are constantly being renewed by the process of plate tectonics.

16. The plates are constantly being renewed by the process of plate tectonics.

17. The plates are constantly being renewed by the process of plate tectonics.

18. The plates are constantly being renewed by the process of plate tectonics.

19. The plates are constantly being renewed by the process of plate tectonics.

20. The plates are constantly being renewed by the process of plate tectonics.

21. The plates are constantly being renewed by the process of plate tectonics.

22. The plates are constantly being renewed by the process of plate tectonics.

23. The plates are constantly being renewed by the process of plate tectonics.

24. The plates are constantly being renewed by the process of plate tectonics.

25. The plates are constantly being renewed by the process of plate tectonics.