

Задания экспериментального тура

Девятый класс



Задание: в природе йод содержится в подземных буровых водах (10–50 мг/л), встречается в виде KIO_3 и KIO_4 , сопутствующих залежам селитры в Чили и Бразилии, большое количество йода содержится в морских водорослях. Йод входит в состав многих органических соединений (гетероциклических, йодсодержащих производных аминокислот и других), лекарственных препаратов, применяемых при лечении грибковых заболеваний, в качестве антисептических средств, гормональных препаратов при болезнях щитовидной железы. Определение йода является одной из важных задач в фармакологии.

Для определения галогенид-ионов используют титриметрический метод анализа, основанный на реакциях осаждения этих ионов раствором нитрата серебра, который является титрантом. Такой метод анализа называется аргентометрией. Существует несколько вариантов этого метода. В данной работе Вам предлагается ознакомиться с двумя методами: Мора и Фаянса. В методе Мора (определяют хлорид-ионы) в качестве индикатора используют хромат калия, который с избытком ионов серебра образует осадок красного

цвета Ag_2CrO_4 , имеющий меньшую растворимость чем AgCl . В методе Фаянса (можно определить все галогениды) в качестве индикатора используют эозин или флуоресцеин, обладающие адсорбционными свойствами. Суть действия таких индикаторов (их называют адсорбционными) сводится к следующему: до точки эквивалентности на поверхности частиц осадка AgI концентрируются (адсорбируются) ионы I^- , что придает поверхности избыточный отрицательный заряд и препятствует адсорбции индикатора, который существует в растворе в виде анионов; после оттитровывания ионов I^- и появления избытка катионов Ag^+ заряд поверхности меняется с «-» на «+», в результате чего происходит адсорбция индикатора и осадок приобретает окраску.

Используя находящиеся на столе реактивы и оборудование, определите содержание йодид-ионов в выданном растворе. Ответьте на теоретические вопросы:

1. Какие химические соединения называются селитрами? В какой области народного хозяйства они находят широкое применение? Приведите три примера химических формул селитр и назовите их.

2. Учитывая расположение хлора, брома и йода в периодической системе, укажите какой из галогенидов серебра будет наименее растворим в воде.

3. Почему нельзя титровать раствором AgNO_3 , используя в качестве индикатора K_2CrO_4 , в кислой и сильнощелочной средах? Ответ подтвердите уравнениями реакций.

4. Что называется холостым опытом в титровании и для чего он проводится?

Реактивы: 0,02М NaCl , ~0,02М AgNO_3 , K_2CrO_4 (насыщенный раствор), флуоресцеин (индикатор).

Оборудование: мерная колба на 100 мл с выданной задачей, бюретка на 25 мл, пипетка Мора на 10 мл, воронка для заполнения бюретки, колбы для титрования (1–2 шт.), глазная пипетка, склянки для индикаторов, груша для отбора растворов.

Широко известными пищевыми добавками являются нитрит натрия и калия. Их используют, в частности, в роли антиокислителей и антибактериальных агентов для обработки мясных продуктов, что придает им характерный розоватый цвет. В то же время, злоупотребление



этими веществами приводит к негативным последствиям для здоровья людей. Поэтому важно уметь контролировать содержание нитритов в различных объектах.

Один из способов определения относительно высоких количеств нитритов основан на их способности окисляться перманганатом калия, что позволяет применять для установления их содержания метод окислительно-восстановительного титрования.

Внимательно ознакомьтесь с приведенными ниже методиками и определите содержание (моль/л) нитрита в выданном Вам растворе.

Выполните следующие задания:

1. Напишите уравнения реакций взаимодействия KMnO_4 с $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ и KMnO_4 с NaNO_2 в растворе H_2SO_4 .

2. а) Обозначив за $V(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ – объем стандартного раствора оксалата натрия, взятый для титрования, мл; $c(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ – его концентрацию, моль/л; и за $V_1(\text{KMnO}_4)$ – объем раствора перманганата калия, пошедший на титрование оксалата, мл, выведите формулу для расчета через эти 3 величины точной концентрации перманганата калия $c(\text{KMnO}_4)$, моль/л.

б) Обозначив за $V_2(\text{KMnO}_4)$ – объем раствора перманганата калия, взятый для титрования нитритом, мл; $c(\text{KMnO}_4)$ – его точную концентрацию; и за $V(\text{NaNO}_2)$ – объем анализируемого раствора нитрита, пошедший на титрование, мл, выведите формулу для расчета через эти 3 величины концентрации нитрита натрия в пробе $c(\text{NaNO}_2)$, моль/л.

3. Реакция KMnO_4 с $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ является автокаталитической, когда один из продуктов реакции является ее катализатором (именно поэтому вначале титрование проводят медленно, а затем скорость может быть увеличена). Как Вы думаете, какой из продуктов реакции KMnO_4 с $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ катализирует ее протекание? Напишите формулу. Приведите уравнения реакций этого продукта в нейтральной среде: с KMnO_4 ; с $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, взятом в недостатке и в избытке.

4. Почему по методике перманганат титруют нитритом, а не наоборот? Ответ обоснуйте соответствующим уравнением реакции.

Стандартизация раствора перманганата калия

С помощью воронки в бюретку заливают раствор KMnO_4 . В колбу для титрования вносят мерным цилиндром – 20 мл H_2SO_4 , аликвотную часть 10,00 мл стандартного раствора $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, переносят на электроплитку или песчаную баню и нагревают до 80 – 90 °С. Раствор снимают с помощью пальчиков (*будьте аккуратны!*) и титруют раствором KMnO_4 , вначале медленно, дожидаясь исчезновения окраски, затем увеличивают скорость и титруют до появления бледно-розовой окраски, устойчивой не менее 30 секунд. Титрование повторяют до получения трех результатов, отличающихся не более чем на 0,1 мл. Эти результаты усредняют.

Бюретку, воронку и колбу для титрования тщательно моют водопроводной и ополаскивают дистиллированной водой.

Методика титрования

Воронку и бюретку ополаскивают небольшим (не более 25 – 30 мл) количеством выданного раствора нитрита. С помощью воронки в бюретку заливают анализируемый раствор нитрита. В колбу для титрования вносят аликвотную часть 10,00 мл KMnO_4 , мерным цилиндром 20 мл H_2SO_4 и 20 мл дистиллированной воды, переносят на электроплитку или песчаную баню и слегка нагревают до ~40 °С. Смесь титруют раствором нитрита до обесцвечивания от одной капли. Титрование повторяют до получения трех результатов, отличающихся не более чем на 0,1 мл, результаты усредняют.

Одиннадцатый класс

В одиннадцати пронумерованных склянках находятся следующие твердые вещества: ацетамид, ацетат натрия, янтарная кислота (бутандиовая кислота), винная кислота (2,3-дигидроксибутандиовая кислота), фумаровая кислота (транс-2-бутендиовая кислота), салициловая кислота (2-гидроксибензойная кислота), хлоральгидрат (гидрат трихлоруксусного альдегида), глюкоза, ксилит, формиат аммония и формиат натрия.

Задание:

1. Ответьте на следующие вопросы:

- Изобразите структурные формулы всех определяемых веществ.
- Выберите из определяемых веществ те, которые содержат хиральные центры (асимметрические атомы углерода). Укажите эти атомы.
- Какие из веществ, содержащих хиральные центры, являются оптически активными, какие оптически не активны? Ответ поясните.

2. Предложите план определения указанных веществ с использованием только тех реактивов, которые имеются на рабочем столе.

3. Используя находящиеся на столе реактивы и оборудование, определите вещества в пробирках. Опишите ход определения. Напишите уравнения реакций, на основании которых произведено определение каждого вещества.

Реактивы: дистиллированная вода, 10% водные растворы NaOH, NaHCO₃, CuSO₄, 2% раствор брома в воде.

Оборудование: штатив с пробирками (15 шт.), капельницы с растворами реактивов (4 шт.), шпатель, водяная баня.