

# 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  $\text{Ag}^+$  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  $\text{AgNO}_3$ , используя в качестве индикатора  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ , в кислой и сильнощелочной средах? Ответ подтвердите уравнениями реакций.

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

**Реактивы:** 0,02М  $\text{NaCl}$ , ~0,02М  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  (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.

**Методика определения концентрации раствора  $\text{AgNO}_3$  по методу Мора**

10 мл 0,05 М раствора  $\text{NaCl}$  переносят в колбу для титрования, добавляют 4 капли насыщенного раствора  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  и осторожно по каплям титруют раствором  $\text{AgNO}_3$  при постоянном перемешивании раствора. Переход от чисто желтой окраски раствора в красноватую должен произойти от одной избыточной капли раствора. Титрование повторяют не менее трех раз.

Расчет концентрации  $\text{AgNO}_3$  проводят по формуле:

$$c(\text{AgNO}_3) = \frac{V(\text{NaCl}) \cdot c(\text{NaCl})}{V(\text{AgNO}_3)} \quad (\text{моль/л})$$

Для повышения точности титрования проводят холостой опыт. Для этого в колбу для титрования переносят 10 мл дистиллированной воды, добавляют 4 капли насыщенного раствора  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  и осторожно по каплям титруют раствором  $\text{AgNO}_3$  при постоянном перемешивании раствора до тех пор, пока не появится такая же окраска, как и при титровании раствора  $\text{NaCl}$ . Найденную поправку на раствор хромата калия ( $V^*(\text{AgNO}_3)$ ) вычитают из объема стандартного раствора  $\text{AgNO}_3$ , израсходованного на титрование хлорид-ионов  $V(\text{AgNO}_3)$ .

Расчет концентрации  $\text{AgNO}_3$  проводят по формуле:

$$c(\text{AgNO}_3) = \frac{V(\text{NaCl}) \cdot c(\text{NaCl})}{V(\text{AgNO}_3) - V^*(\text{AgNO}_3)} \quad (\text{моль/л}),$$

где:

$c(\text{AgNO}_3)$  – концентрация  $\text{AgNO}_3$ , моль/л

$V(\text{NaCl})$  – объем  $\text{NaCl}$ , взятый для титрования, 10 мл

$c(\text{NaCl})$  – концентрация  $\text{NaCl}$ , моль/л

$V(\text{AgNO}_3)$  – объем  $\text{AgNO}_3$ , израсходованный на титрование хлорид-ионов, мл

$V^*(\text{AgNO}_3)$  – объем  $\text{AgNO}_3$ , израсходованный на титрование воды в холостом опыте, мл

### **Методика определения содержания йодид-ионов по методу Фаянса.**

Раствор задачи в мерной колбе доводят до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают. В колбу для титрования переносят 10 мл раствора, добавляют 4–5 капель индикатора флуоресцеина и титруют раствором  $\text{AgNO}_3$ , постоянно перемешивая раствор в колбе. По мере прибавления титранта смесь в колбе мутнеет. Вблизи точки эквивалентности наблюдается коагуляция осадка. Титрование заканчивают, когда осадок окрасится в оранжево-красный цвет. Титрование повторяют не менее трех раз.

Расчет содержания йодид-ионов в объеме колбы проводят по формуле:

$$m(\text{I}^-) = \frac{c(\text{AgNO}_3) \cdot V(\text{AgNO}_3) \cdot 127 \cdot V(\text{к})}{1000 \cdot V(\text{п})},$$

где:

$m(\text{I}^-)$  – содержание йодид-ионов, г

$c(\text{AgNO}_3)$  – концентрация раствора  $\text{AgNO}_3$ , моль/л

$V(\text{AgNO}_3)$  – объем раствора  $\text{AgNO}_3$ , израсходованный на титрование, мл

127 – молярная масса йода, г/моль

$V(\text{к})$  – объем колбы, 100 мл

$V(\text{п})$  – объем пипетки, 10 мл