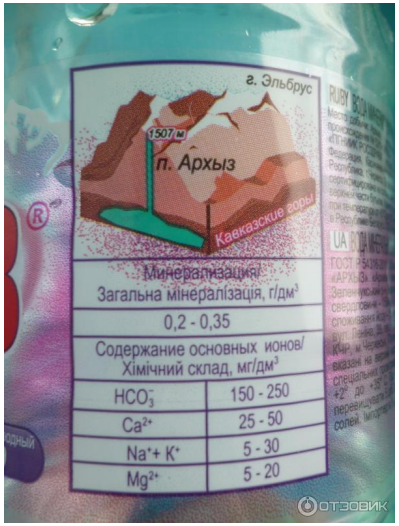
Определение Ca и Mg в минеральной воде методом комплексонометрии, HCO_3^- методом потенциометрического титрования

Выполнили: Абдурахманов Д Д
Группа: НМТ-491804
Руководитель: Малышева

Введение

- В данной курсовой работе будет определяться химический состав минеральной воды «Шадринская» «Архыз »
- Производитель указывает, что в данных минеральных водах содержится:



Цели и задачи

Цель: определить содержание Ca и Mg в минеральной воде методом комплексонометрии, HCO_3^- методом потенциометрического титрования

Задачи:

1.Определить содержание кальция и магния в минеральной воде методом комплексонометрического титрования.

2. Определить кислотность минеральной воды методом потенциометрии.

3. Произвести статистическую обработку результатов анализа и сравнить полученные результаты со значениями, указанными производителем.

Комплексонометрия

- Комплексонометрия – титриметрический метод анализа, основан на образовании прочных внутрикомплексных соединений (хелатов) между катионами металлов и комплексонами.
- Реакции комплексообразования можно предствить в виде:

$$M^{2+} + \mathbf{:}L = [M\mathbf{:}L]^{2+}$$

- Для выполнения реакции комплексообразования необходимо создать и поддерживать <u>постоянным значение pH раствора</u>, обеспечивающий максимальный выход комплексных соединений.

Индикаторы в комплексонометрии

- **Металлоиндикаторы** — вещества, предназначенные для определения точки эквивалентности при комплексонометрическом титровании.

Требования к индикаторам:

- Металл и индикатор должны взаимодействовать в соотношении 1:1.
- Константа устойчивости индикатора должна быть больше, чем $10^{4.}$
- Отношение констант устойчивости комплексоната металла и металлоиндикатора должно быть больше, чем 10^4
- Цвет индикатора должен отличается от цвета комплекса металла с индикатором.
- Концентрация индикатора должна быть на 2 порядка ниже концентрации металла .
- Комплекс MeInd должен быть лабильным.
- Изменение окраски контрастной
- Индикатор должен применяться в той области pH, где конкурирующая реакция с участием протонов отсутствует.

Результаты стандартизации трилона Б.

- Концентрацию ЭДТА определяют по закону эквивалентов:
- $C_{трБ} = V_{MgSO4} * C_{MgSO4} / V_{трБ}$.

№ опыта	V_{MgSO4}, мл	$V_{тр Б}$, мл	Усредненный $V_{тр Б}$, мл	$C_{тр Б}$, М
1	10,00	9,9	10	0,025
2	10,00	10,1		
3	10,00	10		

№ опыта	V_{MgSO4}, мл	$V_{тр Б}$, мл	Усредненный $V_{тр Б}$, мл	$C_{тр Б}$, М
1	10,00	11,0	11,5	0,02
2	10,00	11,6		
3	10,00	11,8		

Результаты определения Са

- Массовую концентрацию ионов кальция ($C_{m\ Ca}$), мг/л, вычисляют по формуле:

$$C_{м\ Ca} = \frac{V_{тр\ Б} \times C_{тр\ Б} \times M_{Ca}}{V_{пипетки}} \times 10^3\ , мг/л$$

Результаты определения содержания Са.

№ опыта	$V_{минер.\ воды}$, мл	$V_{тр\ Б}$, мл	Среднее значение $V_{тр\ Б}$	Содержание Са, мг/л
1	50	11,4	11,47	228,46
2	50	11,5		230,46
3	50	11,5		230,46

№ опыта	$V_{минер.воды}$, мл	$V_{тр\ Б}$, мл	Среднее значение $V_{тр\ Б}$	Содержание Са, мг/л
1	100	7,5	7,0	60,12
2	100	6,5		52,1
3	100	7,0		56,12

Результаты определения Mg

- Массовую концентрацию ионов магния ($C_{m\ Mg}$), мг/л, вычисляют по формуле:

$$C_м\ Mg = \frac{\left(V_{тр\ Б} - V_{тр\ Б\ (Mg)}\right) \times C_{тр\ Б} \times M_{Mg}}{V_{пипетки}} \times 10^3,\ мг/л$$

Результаты определения содержания Mg.

№ опыта	$V_{минер.\ воды}$, мл	$V_{тр\ Б}$, мл	Среднее значение $V_{тр\ Б}$	Содержание Mg, мг/л
1	50	13	12,97	19,2
2	50	12,9		16,8
3	50	13		18

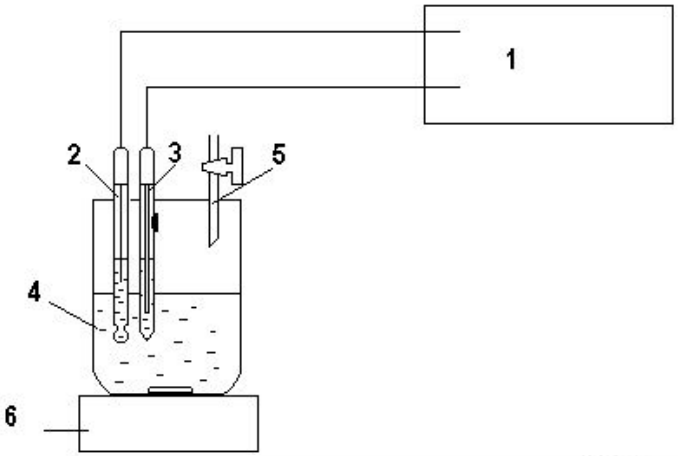
№ опыта	$V_{минер.воды}$, мл	$V_{тр\ Б}$, мл	Среднее значение $V_{тр\ Б}$	Содержание Mg, мг/л
1	100	16,5	16,3	46,17
2	100	16,0		43,74
3	100	16,2		44,71

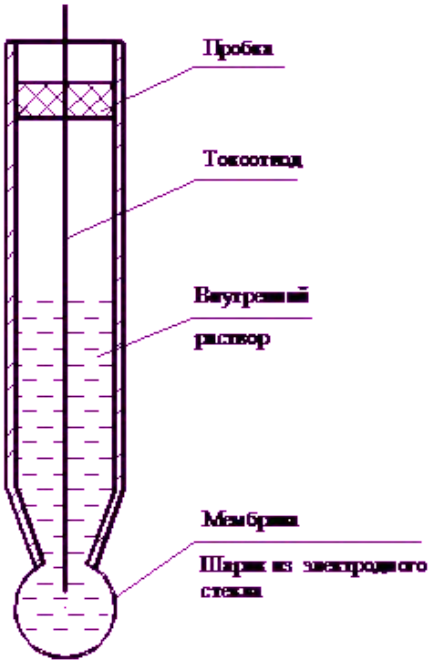
Потенциометрия

- Потенциометрический метод титрования основан на измерении потенциала электрода, погруженного в раствор. Величина потенциала зависит от концентрации соответствующих ионов в растворе. Измерив потенциал электрода, погруженного в раствор данной соли неизвестной концентрации, можно определить содержание соответствующих ионов в растворе.

Схема установки для потенциометрического титрования

- 1. Потенциометр.
- 2. Стеклянный электрод.
- 3. Хлорсеребряный электрод.
- 4. Ячейка.
- 5. Бюретка.
- 6. Магнитная мешалка.





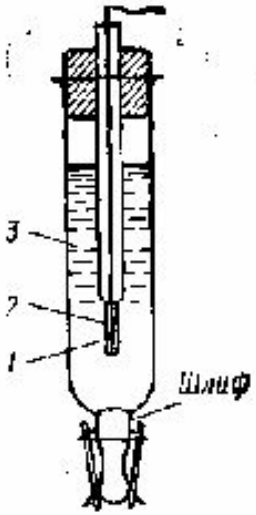


Рис. 4.15. Хлорсеребряный электрод:
1 – серебряная проволока, 2 – слой хлористого серебра, 3 – раствор HCl или KCl

KCl

Результаты стандартизации HCl

- Концентрацию HCl определяют по закону эквивалентов:

$$C_{HCl} * V_{HCl} = C_{Na2CO3} * V_{Na2CO3}$$

№ опыта	V_{Na2CO3}, мл	V_{HCl}, мл	Усредненный V_{HCl}, мл	C_{HCl}, М
1	20	9,9	10,03	0,12
2	20	9,9		
3	20	10,3		

№ опыта	V_{Na2CO3}, мл	V_{HCl}, мл	Усредненный V_{HCl}, мл	C_{HCl}, М
1	20	10	10	0,05
2	20	10,1		
3	20	10		

Результаты титрования

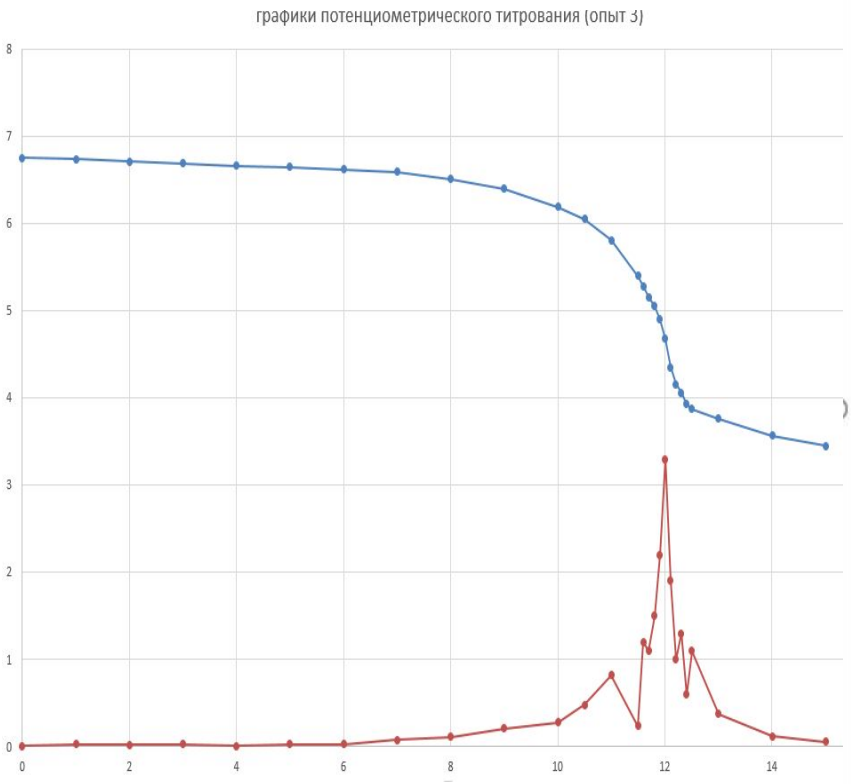
№	$V_{минер.воды}$, мл	V_{HCl} , мл	Среднее значение V_{HCl}	Содержание HCO_3^-, мг/л
1	20,00	12,2	12,06	4413,96
2	20,00	12		
3	20,00	12		

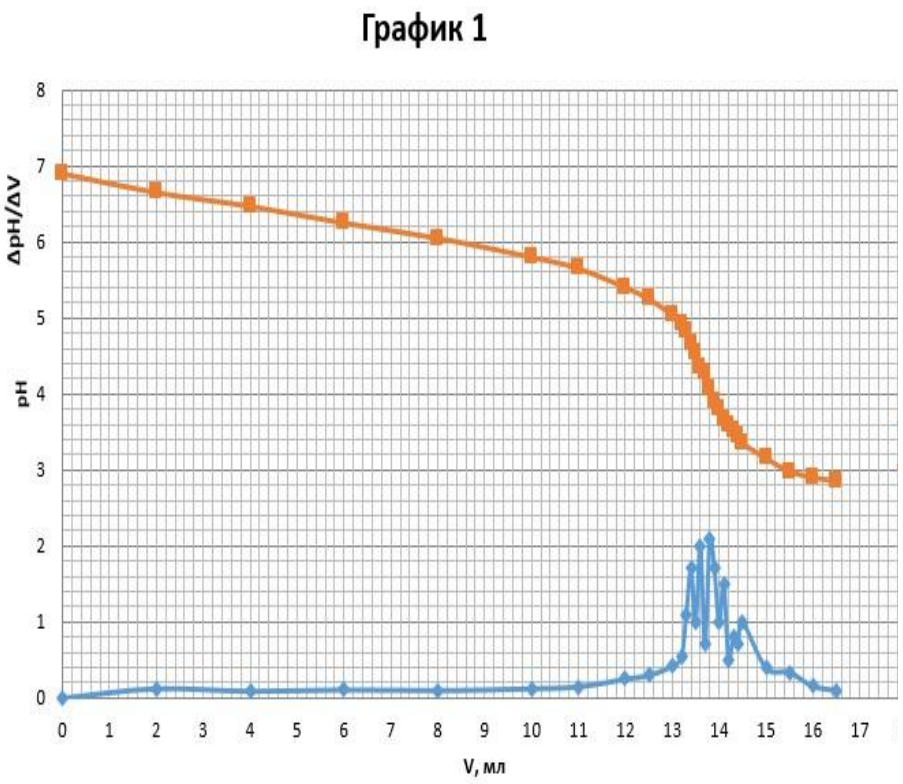
№	$V_{минер.воды}$, мл	V_{HCl} , мл	Среднее значение V_{HCl}	Содержание HCO_3^-, мг/л
1	20,00	10	10	1525
2	20,00	10,1		
3	20,00	10		

6,75	1	0,01	0,01
6,74	1	0,03	0,03
6,71	1	0,02	0,02
6,69	1	0,03	0,03
6,66	1	0,01	0,01
6,65	1	0,03	0,03
6,62	1	0,03	0,03
6,59	1	0,08	0,08
6,51	1	0,11	0,11
6,4	1	0,21	0,21
6,19	0,5	0,14	0,28
6,05	0,5	0,24	0,48
5,81	0,5	0,41	0,82
5,4	0,5	0,12	0,24
5,28	0,1	0,12	1,2
5,16	0,1	0,11	1,1
5,05	0,1	0,15	1,5
4,9	0,1	0,22	2,2
4,68	0,1	0,33	3,3
4,35	0,1	0,19	1,9
4,16	0,1	0,1	1
4,06	0,1	0,13	1,3
3,93	0,1	0,06	0,6
3,87	0,1	0,11	1,1
3,76	0,5	0,19	0,38
3,57	1	0,12	0,12
3,45	1	0,06	0,06

6,9	0	0	0
6,65	2	0,25	0,125
6,47	2	0,18	0,09
6,25	2	0,22	0,11
6,05	2	0,2	0,1
5,8	2	0,25	0,125
5,65	1	0,15	0,15
5,4	1	0,25	0,25
5,25	0,5	0,15	0,3
5,04	0,5	0,21	0,42
4,93	0,2	0,11	0,55
4,82	0,1	0,11	1,1
4,65	0,1	0,17	1,7
4,55	0,1	0,1	1
4,35	0,1	0,2	2
4,28	0,1	0,07	0,7
4,07	0,1	0,21	2,1
3,9	0,1	0,17	1,7
3,8	0,1	0,1	1
3,65	0,1	0,15	1,5
3,6	0,1	0,05	0,5
3,52	0,1	0,08	0,8
3,45	0,1	0,07	0,7
3,35	0,1	0,1	1
3,15	0,5	0,2	0,4
2,98	0,5	0,17	0,34
2,9	0,5	0,08	0,16

Кривые титрования





Статистическая обработка результатов анализа

Обработка данных о содержании кальция:

1)Среднее арифметическое значение концентрации:

$C_{ср}=\frac{\sum C_i}{n}=\frac{228,46+230,46,1+230,46}{3}$=229,79 мг/л

2) Стандартное отклонение:

$S_r=\sqrt{\frac{\sum(Ci-C)^2}{n-1}}$=1,15 мг/л

3) Относительное отклонение:

$S_{готн}=\frac{S}{C_{ср}}$*100%= $\frac{4,01}{56,11}$*100% = 0,5%

4) Доверительный интервал:

$\Delta C=\frac{S_r*t}{\sqrt{n}}=\frac{4,01*2.87}{\sqrt{3}}=\pm 2,85$ мг/л

5) Значение концентрации с учётом доверительного интервала:

C= (229,79-2,89; 229,79+ 2,89)= (226,9; 232,68) мг/л

- **Обработка данных о содержании кальция:**
- 1)Среднее арифметическое значение концентрации:
- $C_{ср}=\frac{\sum C_i}{n}=\frac{60,12+52,1+56,12}{3}$=56,11 мг/л
- 2) Стандартное отклонение:
- $S_r=\sqrt{\frac{\sum(Ci-C)^2}{n-1}}$=4,01 мг/л
- 3) Относительное отклонение:
- $S_{готн}=\frac{S}{C_{ср}}$*100%= $\frac{4,01}{56,11}$*100% = 7,1%
- 4) Доверительный интервал:
- $\Delta C=\frac{S_r*t}{\sqrt{n}}=\frac{4,01*2.87}{\sqrt{3}}=\pm 6,64$ мг/л
- 5) Значение концентрации с учётом доверительного интервала:
- C= (56,11-6,64; 56,11+ 6,64)= (49,47; 62,75) мг/л

Статистическая обработка результатов анализа

Обработка данных о содержании магния:

- Среднее арифметическое значение концентрации:

$C_{ср}=\frac{\sum C_i}{n}=\frac{19,2+16,8+18}{3}$ =18 мг/л

- Стандартное отклонение:

$S_r=\sqrt{\frac{\sum(Ci-C)^2}{n-1}}$=1,2мг/л

Относительное отклонение:

$S_{готн}=\frac{S}{C_{ср}}$*100% = $\frac{1,5}{44,88}$*100% = 6,6%

4) Доверительный интервал:

$\Delta C=\frac{S_r*t}{\sqrt{n}}=\frac{1,5*2.87}{\sqrt{3}}=\pm 2,98$ мг/л

5) Значение концентрации с учётом доверительного интервала:

C= (18 - 2,98; 18 + 2,98) = (15,02; 20,98) мг/л

Обработка данных о содержании магния:

- Среднее арифметическое значение концентрации:

$C_{ср}=\frac{\sum C_i}{n}=\frac{46,17+43,74+44,71}{3}$ =44,88 мг/л

- Стандартное отклонение:

$S_r=\sqrt{\frac{\sum(Ci-C)^2}{n-1}}$=1,5мг/л

Относительное отклонение:

$S_{готн}=\frac{S}{C_{ср}}$*100% = $\frac{1,5}{44,88}$*100% = 3,34%

4) Доверительный интервал:

$\Delta C=\frac{S_r*t}{\sqrt{n}}=\frac{1,5*2.87}{\sqrt{3}}=\pm 2,45$ мг/л

5) Значение концентрации с учётом доверительного интервала:

C= (44,88 - 2,45; 44,88 + 2,45) = (42,43; 47,33) мг/л

Статистическая обработка результатов анализа

- **Обработка данных о содержании HCO_3^-:**

- 1)Среднее арифметическое значение концентрации:

$C_{ср}=\frac{\sum C_i}{n}=\frac{4413,96+4413,96+4413,96}{3}=4413,96$ мг/л

2) Стандартное отклонение:

$S_r=\sqrt{\frac{\sum(Ci-C)^2}{n-1}}$ = 0 мг/л

- 3) Относительное отклонение:

$S_{готн}=\frac{S}{C_{ср}}*100\%=0\%$

- 4) Доверительный интервал:

$\Delta C=\frac{S_r*t}{\sqrt{n}}=0$ мг/л

- Значение массовой концентрации с учётом доверительного интервала:

C = (4413,96+0,00) мг/л

Обработка данных о содержании HCO_3^-:

1)Среднее арифметическое значение концентрации:

$C_{ср}=\frac{\sum C_i}{n}=\frac{1525+1525+1525}{3}=1525$ мг/л

2) Стандартное отклонение:

$S_r=\sqrt{\frac{\sum(Ci-C)^2}{n-1}}$ = 0 мг/л

3) Относительное отклонение:

$S_{готн}=\frac{S}{C_{ср}}*100\%=0\%$

4) Доверительный интервал:

$\Delta C=\frac{S_r*t}{\sqrt{n}}=0$ мг/л

Значение массовой концентрации с учётом доверительного интервала:

C = (1525+0,00) мг/л

заключение

Элементы	Заявленные значения мг/л	Полученные значения мг/л
кальций	25-50	
Магний	5-20	
гидрокарбонаты	150-250	

Элементы	Заявленные значения мг/л	Полученные значения мг/л
кальций	<100	56,11 ±6,64
Магний	<100	
гидрокарбонаты	1500-2700	1525 ±0,00

Спасибо за внимание