

**Исследование качественного и количественного
состава минеральной воды**

Исследовательская работа

Калаевой Хавы,

учащейся 11в класса

Руководитель:

Ислангириева А.Н.,

учитель химии

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 3 |
| ГЛАВА 1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ | 5 |
| 1.1. Классификация минеральных вод | 5 |
| 1.2. Химический состав минеральных вод | 7 |
| Глава 2 Экспериментальная часть | 8 |
| 2.1. Определение гидрокарбонат ионов (HCO_3) | 8 |
| 2.2. Определение ионов кальция и магния (Ca, Mg) | 10 |
| 2.3. Определение ионов калия и натрия (K, Na) | 13 |
| 2.4. Определение ионов хлора (Cl) | 15 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 13 |
| Литература | 19 |

Введение

В настоящее время существует огромное многообразие минеральных вод. И с экологической точки зрения все больше людей пользуются для утоления жажды не обычной водопроводной водой, а предпочитают покупать питьевую либо минеральную воду в магазинах или аптеках.

Минеральные воды — это прежде всего подземные (иногда поверхностные) воды, характеризующиеся повышенным содержанием биологически активных минеральных (реже органических) компонентов и (или) обладающие специфическими физико-химическими свойствами (химический состав, температура, радиоактивность и др.), благодаря которым они оказывают на организм человека лечебное действие. Именно поэтому минеральную воду используют в зависимости от ее химического состава и физических свойств — в качестве наружного или внутреннего лечебного средства. Минеральная вода — вода, содержащая биологически активные минеральные и органические компоненты, обладающая специфическими физико-химическими свойствами. В этих водах одни вещества содержатся в виде недиссоциированных молекул, другие в виде ионов, в них могут присутствовать и коллоидные частицы. Питьевые минеральные воды поступают из природных источников, в растворе которых содержатся различные полезные газы и соли. Они бьют из земли, часто имеют высокую температуру. Уникальность структуры и свойств минеральных вод связана с особыми условиями формирования их в недрах земли. Циркулируя в горных породах в течение длительного времени, подземные воды проходят различную естественную обработку: химическую, газовую, электрическую. Поднимаясь наверх, вода подвергается гравитационному, биологическому, энергетическому воздействию. Все это фиксируется в "памяти" подземной воды, т. е. отражается на ее составе, свойствах, качестве и структуре, создает ее неповторимые вкусовые и лечебные свойства.

Актуальность работы заключается в том, что многообразие минеральной воды, которая представлена на полках магазина, способно ввести в заблуждение любого человека. В своей исследовательской работе я решила экспериментально узнать, все ли минеральные воды соответствуют своему составу.

Объектом исследования являются образцы минеральных вод «Архыз», «Пилигрим», «Меркурий», **предметом исследования** — их качественный и количественный состав.

Целью исследования является изучение качественного и количественного состава минеральных вод.

Задачи:

1. Изучить литературу по данной теме.
2. Изучить наличие ионов в минеральной воде.
3. Провести экспериментальные опыты для изучения количественного и качественного состава образцов минеральной воды.

Работа имеет **практическую значимость**, потому что в последнее время в нашем современном обществе, к сожалению, всё труднее и труднее найти качественный и полезный продукт.

В **структуру работы** входят теоретическая часть, в которой мы изучили классификацию и состав минеральных вод, полезные свойства катионов и анионов. Во второй, экспериментальной части работы мы исследовали образцы минеральных вод с точки зрения количественного содержания катионов и анионов.

Глава 1 Теоретическая часть

1.1. Классификация минеральных вод

Минеральная вода - вода, содержащая в своем составе растворённые соли, микроэлементы, а также некоторые биологически активные компоненты.

Минеральные воды— сложные растворы, в которых вещества содержатся в виде ионов, недиссоциированных молекул, газов, коллоидных частиц. Минеральными природными питьевыми водами называются воды, добытые из водоносных горизонтов или водоносных комплексов, защищённых от антропогенного воздействия, сохраняющих естественный химический состав и относящиеся к пищевым продуктам, а при повышенной минерализации или при повышенном содержании определённых биологически активных компонентов оказывающие лечебно-профилактическое действие.¹

В зависимости от назначения питьевые минеральные воды классифицируют на:

1. **1. столовые** — минеральные воды с минерализацией менее 1 г на дм³ и с содержанием биологически активных компонентов менее установленной концентрации; столовые воды пригодны для ежедневного применения здоровыми людьми без ограничений;
2. **2. лечебно-столовые** — минеральные воды с минерализацией более 1 г и до 10 г на дм³ включительно при концентрации биологически активных компонентов менее установленных норм или минеральные воды с минерализацией менее 1 г на дм³, но при превышении некоторыми биологически активными компонентами установленных норм; лечебно-столовые воды допускаются для столового потребления здоровыми людьми без ограничений непродолжительный период или нерегулярно; лечебно-столовые воды могут применяться для профилактики и лечения определённых заболеваний.
3. **лечебные**— минеральные воды с минерализацией более 10 г на дм³ или с меньшей минерализацией, но при превышении концентрации некоторых биологически активных компонентов установленных норм; лечебные минеральные воды назначаются для

¹ «Справочник химика» т.3, Л.-М.: Химия, 1965 стр. 907

лечебно-профилактического приёма при ряде заболеваний и не рекомендованы для обычного столового питья.²

1.2. Химический состав минеральных вод

При покупке минеральной воды нужно ориентироваться не только на её вкусовые качества, но и на химический состав. Химический состав минеральной воды представляет собой, в первую очередь, разнообразные комбинации из основных компонентов: натрий (Na), калий (K), кальций (Ca), магний (Mg), хлор (Cl), гидрокарбонат (HCO_3).

Возьмем 3 наиболее популярных образца минеральной воды и проанализируем их химический состав:

| Название иона | «Архыз» №1 | «Пилигрим» №2 | «Меркурий» №3 |
|----------------------------|------------|---------------|---------------|
| $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ | +(5-30) | +(>50) | +(400-1000) |
| Ca^{2+} | +(25-50) | +(>100) | +(50-200) |
| Mg^{2+} | +(5-20) | + | +(30-130) |
| Cl^- | - | - | +(400-1000) |
| HCO_3^- | +(150-250) | +(30-160) | +(250-650) |

Рассмотрев таблицу, можно сказать, что во всех 3 образцах воды присутствуют такие ионы, как: Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , K^+

Но действительно содержатся ли они? И если содержатся, то действительно ли в указанном количестве? Это мы и попытаемся узнать с помощью экспериментов и вычислений.

Глава 2 Экспериментальная часть

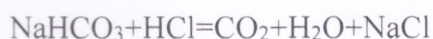
2.1. Определение гидрокарбонат ионов (HCO_3)

Для определения количества ионов HCO_3^- мы воспользовались методом титрования. Титриметрический анализ (**титрование**) - метод количественного/массового анализа, который часто используется в аналитической химии, основанный на измерении

² «Химическая энциклопедия» т.1 М.: Советская энциклопедия, 1988 стр. 394-397

объёма раствора реактива точно известной концентрации, расходуемого для реакции с определяемым веществом.³

Уравнение реакции:



К 100 мл минеральной воды мы добавили щепотку индикатора метилоранж, который окрасил раствор в оранжевый цвет. Далее потихоньку добавляли к оранжевому раствору соляную кислоту (HCl) до тех пор, пока оранжевый цвет не перешел в красный. Как только раствор становился красным, мы записывали объем истраченной соляной кислоты (HCl) и рассчитывали по формуле концентрацию гидрокарбонат ионов (HCO₃).

Формула для вычисления концентрации гидрокарбонат ионов (HCO₃):

$$C(\text{HCO}_3) = \frac{V(\text{HCl}) * C(\text{HCl}) * K(\text{HCl}) * M_r(\text{HCO}_3)}{V(\text{H}_2\text{O})}, \text{ где}$$

V(HCl)- объем соляной кислоты

C(HCl)- концентрация соляной кислоты (C=0,1)

K(HCl)- коэффициент правдивости (K=0,9631)

M_r(HCO₃)- молекулярная масса гидрокарбонат иона (M_r=61)

V(H₂O)-объем минеральной воды (V=0,1)

| Название иона | Объем HCl для воды Архыз | Объем HCl воды Пилигрим | Объем HCl воды Меркурий |
|------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| HCO ₃ | 3,2 мл | 2 мл | 5,1 мл |

Результаты содержания гидрокарбонат ионов в исследуемых образцах:

Архыз- C(HCO₃)=188 мг\л

Пилигрим- C(HCO₃)=117,5 мг\л

Меркурий- C(HCO₃)=299,6 мг\л

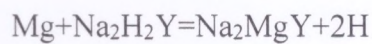
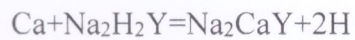
³ Алимарин И.П. Методы обнаружения и разделения элементов (практическое пособие). М. 1994.

Вычисленные нами значения в ходе экспериментальных опытов соответствуют интервалу значений, указанных на этикетках все образцов минеральной воды. Что свидетельствует о добросовестности всех производителей.

2.2. Определение ионов кальция и магния (Ca, Mg)

Для определения ионов кальция (Ca) и магния (Mg) мы также воспользовались методом титрования.

Уравнение реакции:



К 100 мл минеральной воды мы добавляли 5 мл буферного раствора аммиака (с $\text{pH}=9-10$), который помогает комплексным соединениям быть более устойчивыми, то есть, окраска или изменение цвета раствора будут видны гораздо отчетливее, и индикатор, который окрашивал раствор в фиолетовый цвет. Далее понемногу мы добавляли раствор ЭДТА до тех пор, пока фиолетовый цвет не перешел в синий. Как только раствор становился синим, мы записывали истраченный объем раствора ЭДТА и рассчитывали по формуле концентрацию ионов кальция (Ca) и магния (Mg).

Формула для вычисления ионов кальция (Ca) и магния (Mg):

$$C(\text{Ca}) = \frac{V(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}) * C(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}) * K(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}) * M_r(\text{Ca})}{V(\text{H}_2\text{O})}$$

$$C(\text{Mg}) = \frac{V(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}) * C(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}) * K(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}) * M_r(\text{Mg})}{V(\text{H}_2\text{O})}, \text{ где}$$

$V(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y})$ - объем ЭДТА

$C(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y})$ - концентрация ЭДТА ($C=0,1$)

$K(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y})$ - коэффициент правдивости ($K=1$)

$M_r(\text{Mg})$ - молекулярная масса магния ($M_r=24$)

$M_r(\text{Ca})$ - молекулярная масса гидрокарбонат иона ($M_r=40$)

$V(\text{H}_2\text{O})$ -объем минеральной воды ($V=0,1$)

| Название иона | Объем ЭДТА для воды Архыз | Объем ЭДТА для воды Пилигрим | Объем ЭДТА для воды Меркурий |
|---------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Ca+ Mg | 5,4 мл | 3,3 мл | 29,1 мл |

Мы узнали, что на сумму кальция (Ca) и магния (Mg) приходится определенное количество раствора ЭДТА. Далее, чтобы узнать какое количество раствора приходится отдельно на кальций и отдельно на магний, мы снова воспользовались методом титрования, в котором к раствору с фиолетовой окраской прилили 10 мл щелочи (NaOH), для создания щелочной среды, и добавили индикатор мурексид. Далее мы потихоньку приливали раствор ЭДТА, пока фиолетовый цвет не перешел в нежно лиловый. После изменения окраски с фиолетового на нежно лиловый цвет, мы записали истраченный объем раствора ЭДТА на ионы кальция. Далее из суммарного объема мы вычитали объем кальция (Ca), с помощью чего нашли объем магния (Mg). Узнав объемы обоих ионов, мы вычислили их концентрацию.

Формула для вычисления объема ЭДТА необходимого для магния(Mg):

$$V(\text{HCl для Mg}) = V(\text{HCl для Ca+Mg}) - V(\text{HCl для Ca})$$

| Название | Объем ЭДТА для воды Архыз | Объем ЭДТА для воды Пилигрим | Объем ЭДТА для воды Меркурий |
|----------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Ca | 3,3 мл | 2,5 мл | 15,2 мл |
| Mg | 2,1 мл | 0,8 мл | 13,9 мл |

Результаты содержания катионов кальция и магния в исследуемых образцах:

Архыз- $C(\text{Ca})=33 \text{ мг\л}$

Пилигрим- $C(\text{Ca})=25 \text{ мг\л}$

Меркурий- $C(\text{Ca})=152 \text{ мг\л}$

Архыз- $C(\text{Mg})=12,6 \text{ мг\л}$

Пилигрим- $C(\text{Mg})=4,8 \text{ мг\л}$

Меркурий- $C(\text{Mg})=83,4 \text{ мг\л}$

Вычисленные нами значения в ходе экспериментальных опытов соответствуют интервалу значений, указанных на этикетках все образцов минеральной воды. Что свидетельствует о добросовестности всех производителей.

2.3. Определение ионов калия и натрия (K, Na)

Для определения ионов натрия и калия мы воспользовались методом каменной фотометрии. Каменная фотометрия- это метод измерения интенсивности раствора с помощью специального прибора, фотометра.⁴

Для этого мы взяли 4 пробирки с одним и тем же раствором (раствор калия (K) и натрия (Na)), но разной концентрации($C=1 * C=2,5 * C=5 * C=12,5$). После мы подносили все 4 пробирки к прибору (фотометру), который показывал интенсивность раствора. Прибор (фотометр) сначала распознавал калий (K), затем натрий (Na).

Таким образом, мы проследили зависимость интенсивности от концентрации (чем больше концентрация раствора, тем больше его интенсивность) и составили соответствующий график зависимости. Далее мы подносили к прибору минеральные воды, у которых также определялась интенсивность раствора. Зная зависимость интенсивности от концентрации у калия (K) и у натрия (Na), мы легко с помощью графика выяснили концентрации ионов калия (K) и натрия (Na) в минеральной воде.

| C | I(Na) | I(K) |
|-----------------|-------|------|
| C= 2 мг/л | 8 | 9 |
| C= 5мг/л | 16 | 21 |
| C= 10 мг/л | 31 | 40 |
| C= 25 мг/л (Na) | 82 | 74 |
| C= 20 мл/л (K) | | |

Результаты:

Архыз- $C(K)=1,5 \text{ мг/л}$

⁴ Третьяков Ю.Д., Мартыненко Л.И., Григорьев А.Н. Неорганическая химия. М. Химия. 2001.

Пилигрим- $C(K)=1,3 \text{ мг\л}$

Меркурий- $C(K)=8,5 \text{ мг\л}$

Архыз- $C(Na)=10,5 \text{ мг\л}$

Пилигрим- $C(Na)=7,5 \text{ мг\л}$

Меркурий- $C(Na)=550 \text{ мг\л}$

Вычисленные нами значения в ходе экспериментальных опытов соответствуют интервалу значений, указанных на этикетках все образцов минеральной воды. Что свидетельствует о добросовестности всех производителей.

2.4. Определение ионов хлора (Cl)

Для определения ионов хлора мы воспользовались прибором рН-метром, который может работать в режиме измерения потенциала.

Для этого мы взяли 100 мл минеральной воды и измерили его потенциал. Затем мы прилили к раствору 10 мл сульфата серебра (Ag_2SO_4) и через 30 секунд снова записали его потенциал. Мы доливали раствор 29 раз и каждый раз записывали изменившийся потенциал. Так мы узнали точку эквивалентности ($n(Cl)=n(Ag)$), с помощью которой определили необходимый объем раствора (Ag_2SO_4) для вычисления концентрации ионов хлора (Cl).

Результат:

$V(Ag_2SO_4)=23,5 \text{ мл}$

Формула для вычисления концентрации ионов хлора (Cl):

$C(Cl)=V(Ag_2SO_4)*C(Ag_2SO_4*2)*K(Ag_2SO_4)*Mr(Cl)\V(H_2O)$, где

$V(Ag_2SO_4)$ - объем сульфата серебра

$C(Ag_2SO_4)$ - концентрация сульфата серебра ($C=0,01$)

$K(Ag_2SO_4)$ - коэффициент правдивости ($K=0,2185$)

$Mr(Cl)$ - молекулярная масса сульфата серебра ($Mr=35,5$)

$V(\text{H}_2\text{O})$ -объем минеральной воды ($V=0,025$)

| $V(\text{Ag}_2\text{SO}_4)$ | 0 мл | 10 мл | 20 мл | 30мл | 40мл | 50мл | 60м | 70мл | 80мл |
|--------------------------------|--------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $E, \text{ мВ}$ (потенциал) | 177,4 | 181,1 | 181,6 | 182,5 | 183,5 | 184,8 | 186,1 | 187,5 | 188,9 |
| 90мл | 100мл | 110мл | 120мл | 130мл | 140мл | 15мл | 17мл | 19мл | 21мл |
| 190,2 | 191,9 | 193,6 | 195,5 | 197,3 | 199,1 | 201,1 | 206 | 210,6 | 226,1 |
| 22мл | 23мл | 24мл | 25мл | 26мл | 27мл | 28мл | 29мл | | |
| 241,4 | 285,5 | 365 | 385,1 | 395,5 | 403,1 | 409,1 | 414 | | |

По данным измерений прибора мы составили таблицу и установили точку эквивалентности (резкий скачок потенциала), благодаря чему нашли объем.

$V(\text{Ag}_2\text{SO}_4)=23,5 \text{ мл}$

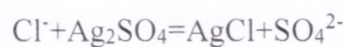
Результат:

Ртуть- $C(\text{Cl})=818,2 \text{ мг\л}$

Вычисленные нами значения в ходе экспериментальных опытов соответствуют интервалу значений, указанных на этикетках все образцов минеральной воды. Что свидетельствует о добросовестности всех производителей.

Также мы решили проверить наличие ионов хлора в других растворах качественной реакцией на ионы хлора (Cl).

Уравнение реакции:



Результат:

В воде Пилигрим не было обнаружено помутнения воды, а значит, не было обнаружено ионов хлора (Cl).

В воде Архыз было обнаружено небольшое помутнение воды, а значит, в воде присутствуют ионы хлора (Cl).

Заключение

Выполняя данное исследование, мы сделали выводы о качественном и количественном составе минеральных вод. Все производители очень качественно относятся к производству минеральной воды и соответствуют все положенным ГОСТам, а то есть соответствуют качественному и количественному составу и соответствуют своему назначению.

Все проведённые нами опыты показали, что в составе минеральных вод:

1. Соблюдается количественный состав поменять.
2. Присутствуют ионы указанные в составе.
3. Нет излишка или недостатка ионов, а значит, исследованные нами образцы соответствуют своему назначению согласно классификации.

На основании этого можно сказать, что минеральные воды, употребляемые нами, безопасны и соответствуют лечебному или просто профилактическому действию, поэтому мы предлагаем, тем, кто дорожит своим здоровьем, употребляйте только качественную и проверенную минеральную воду!

Литература

1. Алексеев В.Н. Качественный химический полумикроанализ. М. Химия. 1993.
2. Алимарин И.П. Методы обнаружения и разделения элементов (практическое пособие). М. 1994.
3. «Справочник химика» т.3, Л.-М.: Химия, 1965 стр. 907
4. «Химическая энциклопедия» т.1 М.: Советская энциклопедия, 1988 стр. 394-397
5. Гордон А., Форд Р. «Спутник химика» М.: Мир, 1976 стр. 462
6. Девяткин В.В., Ляхова Ю.М. «Химия для любознательных».
7. Третьяков Ю.Д., Мартыненко Л.И., Григорьев А.Н. Неорганическая химия. М. Химия. 2001.