255. ИССЛЕДОВАНИЕ РАСТВОРОВ АРЕОМЕТРОМ

Введение

Раствором называют физически однородные (гомогенные) смеси двух или нескольких веществ в конденсированном состоянии. Физическая однородность достигается равномерным перемешиванием молекул. В этом отношении растворы отличаются от механических смесей мелких частиц вещества. Но растворы нельзя читать механическими смесями молекул, как это имеет место в газах, из-за выраженного межмолекулярного взаимодействия. В частности оно проявляется в том, что при растворении ряда веществ объем раствора не равен сумме объемов смешиваемых веществ. Кроме того, молекулы в растворе могут диссоциировать (распадаться) на ионы. То есть исходных молекул вещества может и не существовать в растворе. Например, хлориды натрия и калия в воде находятся в виде ионов Na^+, K^+ и Cl^-. Этим обусловлена электропроводность электролитов. При растворении различных веществ может выделяться или поглощаться теплота.

Количественно растворы характеризуются концентрацией, определяющей содержание той или иной части раствора. Концентрацию можно выразить в различных единицах, например, в массовой и молярной долях. При изучении свойств растворов концентрация, наряду с температурой и давлением, является параметром состояния. От концентрации раствора зависит давление насыщенных паров над его поверхностью, температуры кипения и кристаллизации, плотность, поверхностное натяжение и многие другие свойства.

Цель работы

- ✓ Измерение параметров жидкости ареометром.

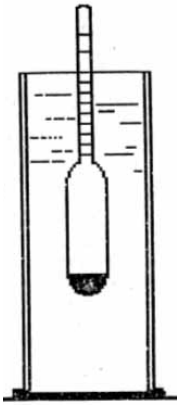
Решаемые задачи

- ✓ Знакомство с устройством ареометра
- ✓ Измерение плотности жидкости с помощью ареометра
- ✓ Определение концентрации соли в растворах
- ✓ Определение коэффициента объемного расширения жидкости

Техника безопасности

- ✓ Внимание! В работе используется стекло.

Экспериментальная установка



Исследуемые растворы солей NaCl помещены в пронумерованные банки. Вид соли также указан. В первой пробирке находится чистая вода. Для изучения зависимости плотности от температуры в комплекте имеется электроплитка и термометр с диапазоном от 0 до 100°С.

<u>Приборы и принадлежности</u>

- ✓ Ареометр
- ✓ Стеклянные банки
- ✓ Колбы с растворами солей
- ✓ Электроплитка
- ✓ Термометр

Плотности растворов в работе измеряются ареометром, представляющим собой стеклянную ампулу со школой в узкой верхней части и грузом в широкой нижней части (см. рис.). Его действие основано на законе Архимеда, согласно которому на тело, погруженное в жидкости, действует выталкивающая сила F_A, численно равная весу вытесненного погружной частью тела количества жидкости:

$$F_A=\rho g V_{пч}$$

где ρ - плотность жидкости, g - ускорение свободного падения, $V_{пч}$ – объем погруженной части тела. Величина силы F_A возрастает с увеличением плотности жидкости. Таким образом, ареометр, опущенный в менее плотную жидкость, погружается больше, чем в более плотной жидкости. Уровень погружения, отмечается по шкале ареометра, проградуированной в единицах плотности.

Упражнение 1

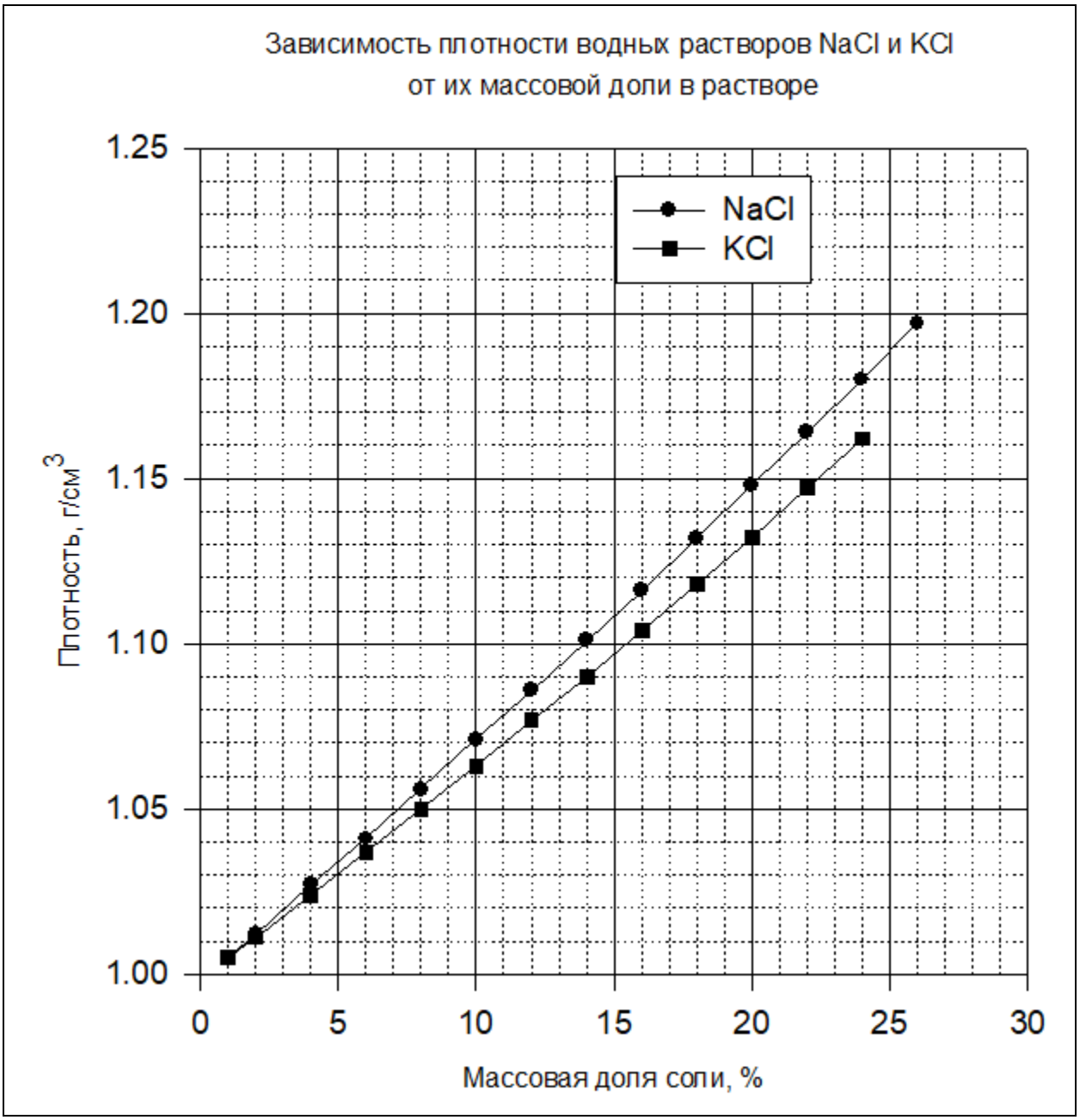
Порядок выполнения работы

1. Налить исследуемый раствор соли в специальную банку для измерения плотности.
2. Опустить в нее ареометр и измерить плотность.
3. Используя справочные данные, определить концентрацию соли в растворах.
4. Представить полученные концентрации солей в различных единицах измерения: а) % б) моль/л, в) г/л.
5. Вычислить относительную разницу между суммой объемов воды и кристаллической соли, взятых для приготовления наиболее концентрированного раствора, и объемом полученного раствора. Для расчета удобно выразить объемы веществ через их массы и

плотности:

$$\frac{V_{воды}+V_{соли}}{V_{раствора}}=\frac{\frac{m_{воды}}{\rho_{воды}}+\frac{m_{соли}}{\rho_{соли}}}{\frac{m_{воды}+m_{соли}}{\rho_{раствора}}},$$

6. Объяснить причину возникновения этой разницы.
7. Повторить п. 1-6 для других растворов солей.



Упражнение 2

Тепловое расширение вещества характеризуется коэффициентом объемного расширения

$$\alpha = \frac{1}{V}\frac{dV}{dT} = \frac{1}{\rho}\frac{d\rho}{dT}$$

т.е. относительным изменением объема V или плотности ρ при изменении температуры T на $1K$

. Его можно экспериментально определить, измеряя объем или плотность жидкости при разных температурах.

Порядок выполнения работы

1. Налить в химический стакан наиболее концентрированный раствор соли и установить стакан на электроплитку.
2. Нагреть раствор примерно до 100 ^{o}C. Снять стакан с электроплитки и поместить на стол.
3. Измерять плотность раствора по мере его остывания до комнатной температуры с интервалом около 5 ^{o}C. Поученную температурную зависимость представить на графике. Для сравнения построить такую же зависимость для чистой воды, используя справочные данные.
4. Вычислить коэффициент объемного расширения раствора для каждого интервала исследованной температуры и представить зависимость $\alpha(T)$ графически. Провести сравнение с чистой водой (см. справочные данные). Объяснить причину расхождений.

Контрольные вопросы и дополнительные задания

1) Устройство и принцип работы ареометра.

2) Почему верхняя часть ареометра узкая и имеет постоянное сечение, а нижняя широкая и может иметь ряд утолщений и сужений?

3) Как зависит глубина погружения цилиндрического ареометра от плотности жидкости? Какие ограничения накладывает эта зависимость на изготовление ареометров?

4) Что такое раствор и насыщенный раствор? Механизм растворения. Чем определяется степень насыщения растворов?

5) Зависимость плотности жидкостей от температуры и аномалии в этой зависимости.

6) Единицы концентрации растворов и их соотношение.

7) Ареометр отградуирован при комнатной температуре. Каковы погрешности при использовании его при повышенных температурах?