

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра инженерных проблем экологии

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

**«Установление точной концентрации раствора щелочи по
титрованному раствору соляной кислоты»**

Выполнил:
Студент гр.

«__» ____ 2016г.

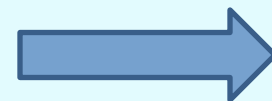
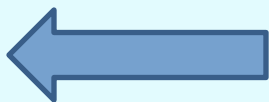
(подпись)

Проверил:
доцент каф. ИПЭ
Ларичкина Н.И.

«__» ____ 2016 г.

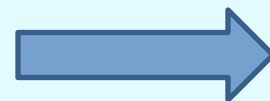
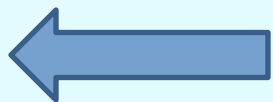
(подпись)

НОВОСИБИРСК
2016



Содержание

1. Цель работы
2. Характеристика объектов исследования
3. Приборы (или оборудование) и материалы
4. Порядок выполнения
5. Результаты измерений
6. Выводы



1. Цель работы

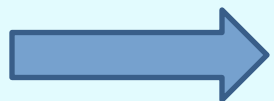
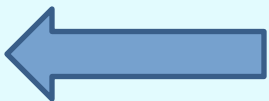
1.1 Освоить метод объемного титрования.

1.2 Научиться определять концентрацию исследуемого раствора по раствору известной концентрации.

2. Характеристика объекта исследования

Объектом исследования в данной работе является

Раствор щелочи $C_{теор.}$ Концентрации:
1 подг.: $CKOH=0.1$
 $CNaOH=0.05$



3. Оборудование и материалы

- Коническая колба, емк. 250 мл – 2 шт.
- Пипетка измерительная на 10 мл – 1 шт.
- Бюретка, емк. *** мл – 1 шт.
- Мензурка, емк. 250 мл – 1 шт.
- стакан термостойкий – 1 шт.
- Капельница – 1 шт.
- Бюкса стеклянная – 1 шт.
- Весы аналитические (технические) марки – 1 шт.

Оборудование и материалы

- Установочный раствор – р-р NaOH или КОН
- Титрант или раствор заданной концентрации - 0, 1 н HCl
- Индикатор – метиловый оранжевый

4. Порядок выполнения работы

- Приготовьте раствор щелочи заданной концентрации.
- Для этого рассчитайте навеску щелочи, взвести её на аналитических весах и растворите в 50 мл дистиллированной воды.
- В коническую колбу для титрования пипеткой отмерьте 10 мл, приготовленного Вами раствора щелочи, добавьте 50 мл дистиллированной воды и 1 - 2 капли метилового оранжевого, раствор тщательно перемешайте. Он приобретет желтый цвет.
- Приведите в рабочее состояние бюретку, налейте в нее до отметки "0" приготовленный титрованный раствор HCl с концентрацией $C_{\text{э}} = 0,1 \text{ моль} \cdot \text{экв/л}$

- К раствору щелочи медленно, небольшими порциями при тщательном перемешивании из бюретки приливайте раствор соляной кислоты до достижения точки эквивалентности. При этом окраска метилоранжа переходит из желтой в бледно-розовую.
- Заметьте по бюретке объем соляной кислоты, пошедшей на титрование. Титрование повторите три раза. Данные титрования занесите в таблицу.

Таблица – Результаты титрования раствора щелочи

№ опыта	$V_{\text{щелочи}}, \text{ мл}$	$C_{\text{э}}(\text{HCl}),$ моль*экв./л	$V_{\text{HCl}}, \text{ мл}$	Индикатор
1	10	0,1		Метилоранж
2	10			
3	10			
Среднее	10		$V_{\text{ср}}(\text{HCl})=$	

- По формуле:

$$C_{\text{э}}(\text{NaOH})_{\text{практ.}} = \frac{C_{\text{э}}(\text{HCl}) * V_{\text{ср.}}(\text{HCl})}{V(\text{NaOH})}$$

определите $C_{\text{э}}(\text{NaOH})_{\text{практ.}}$, взяв
 $V_{\text{ср}}(\text{HCl})$

как среднее значение

по результатам 3-х титрований.

- Оцените погрешность Ваших измерений:

$$\eta = \frac{C_{теор.} - C_{практ.}}{C_{теор.}} * 100$$

- По формулам пересчета рассчитайте концентрацию приготовленного Вами раствора.
- По проделанной работе и проведенным расчетам сделайте выводы.

Защита лабораторной работы № 1 проводится

- по теоретическим вопросам метода нейтрализации,
- формулам пересчета концентраций растворов химических соединений,
- решению задач, представленных в методических указаниях к выполнению лабораторных работ по «Неорганической и коллоидной химии».

Содержание работы

1. Цель работы

порядок выполнения работы

результаты исследований

- 3 Выводы
- Список использованных источников

1.1 Растворы. Способы выражения концентрации растворов

- Растворы – гомогенные (однородные) системы переменного состава, которые содержат два или несколько химических компонента.
- Водные растворы – это растворы, в которых растворителем является вода.
- Растворы, применяемые на практике, могут быть различной концентрации. Существует несколько способов выражения концентрации растворенного вещества.

- Растворимость вещества выражают в граммах на литр (г/л). По растворимости в воде вещества делятся на три группы:
- - хорошо растворимые (Р),
- - малорастворимые (М),
- - практически нерастворимые (Н).
- Хорошо растворимые вещества – это вещества, растворимость которых составляет более 10 г на 1 л воды. Например, в 1 л воды может раствориться до 2000 г сахара.

- Малорастворимые вещества – это вещества, растворимость которых составляет от 0,01 до 10 г на 1 л воды.

Например, в 1 л воды растворяется не более 2 г гипса ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

- Практически нерастворимые вещества – это вещества, растворимость которых составляет менее 0,01 г на 1 л воды.

Например, AgCl : в 1 л воды растворяется $1,5 \cdot 10^{-3}$ г.

Способы выражения концентрации

- Молярная концентрация – это число молей растворенного вещества $n(X)$ в 1 л раствора (V).

$$C_M = n(X)/V = m/M(X) \cdot V.$$

Если объем измеряется в мл, тогда

$$C_M = m \cdot 1000 / M(X) \cdot V.$$

- Моль – это количество вещества, содержащее столько молекул (атомов) этого вещества, сколько атомов содержится в 12 г углерода (^{12}C).

- $n(X) = m/M(X).$

- Молярная масса – это масса одного моля вещества.

г/моль; кг/кмоль

Способы выражения концентрации

- Молярная концентрация эквивалента (эквивалентная концентрация) – число эквивалентных масс ($n_{\text{э}}(X)$), растворенного в 1 л раствора.
 - $C_{\text{э}} = n_{\text{э}}(X)/V = m / M(X) * f_{\text{экв.}} * V.$
- Если объем раствора измеряется в мл, тогда
 - $C_{\text{э}} = m * 1000 / M(X) * f_{\text{экв.}} * V.$
- Молярная масса эквивалента - это масса моля эквивалента вещества X. Она равна произведению фактора эквивалентности на молярную массу вещества.
 - $M_{\text{э}}(X) = f_{\text{экв.}} * M(X).$
- Эквивалент - это некая реальная или условная частица, которая может присоединять или высвобождать один ион водорода (H^+) в кислотно-основных реакциях или один электрон в окислительно-восстановительных реакциях.
- Единицей количества вещества эквивалента является моль.

Способы выражения концентрации

- Фактор эквивалентности - число, показывающее, какая доля реальной частицы вещества X эквивалентна одному иону H^+ в данной кислотно-основной реакции или одному электрону в окислительно-восстановительной реакции. Фактор эквивалентности — безразмерная величина $f_{\text{экв}} \leq 1$. Его рассчитывают из формулы кислоты, основания, соли, кристаллогидрата или по стехиометрии указанной реакции.

Для

- - кислоты $f_{\text{экв}} = 1 / \text{основность кислоты}$
- - основания $f_{\text{экв}} = 1 / \text{кислотность основания}$
- - соли $f_{\text{экв}} = 1 / \text{число атомов металла} * \text{валентность металла}$

Способы выражения концентрации

- Массовая доля (массовая процентная концентрация $\varpi_{\%}$) - отношение массы данного компонента в растворе (m) к общей массе этого раствора ($m_{\text{р-ра}}$).
- $C_{\%} = m \cdot 100 / m_{\text{р-ра}} = m / \rho \cdot V$
- $m_{\text{р-ра}} = \rho \cdot V$
- Титр раствора - это отношение массы вещества к объему раствора, т.е. это масса вещества в граммах, содержащаяся в 1 мл раствора.
- $T = m / V$

Все виды концентраций пропорциональны друг другу, следовательно, можно от одного способа выражения концентрации перейти к другому.

Так, например:

$$C_m = \frac{C\% \cdot \rho \cdot 10}{M(X)} = f_{\text{экв}} \cdot C_{\text{э}} = \frac{T \cdot 1000}{M(X)};$$

$$C_{\text{э}} = \frac{C\% \cdot \rho \cdot 10}{f_{\text{экв}} \cdot M(X)} = \frac{C_m}{f_{\text{экв}}} = \frac{T \cdot 1000}{f_{\text{экв}} \cdot M(X)};$$

$$C\% = \frac{C_m \cdot M(X)}{\rho \cdot 10} = \frac{f_{\text{экв}} \cdot C_{\text{э}} \cdot M(X)}{\rho \cdot 10}.$$

Количественный анализ. Метод нейтрализации

- Метод нейтрализации позволяет по результатам титрования определить точную концентрацию компонента кислотного или основного характера в исследуемом растворе и вычислить его содержание.
- В основе метода лежит реакция нейтрализации между кислотой и основанием, кислотой и основной солью, основанием и кислой солью и др., т.е. реакция взаимодействия гидратированных ионов H^+ и OH^- :
 - $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$

Количественный анализ.

Метод нейтрализации

- Теоретически основой метода является закон эквивалентов:
- *массы реагирующих веществ пропорциональны их молярным массам эквивалентов:*
- де: $m_{\text{к-ты}}$ и $m_{\text{основ}}$ - массы реагирующих веществ кислотно-основного характера, г,
- $M_{\text{э}}$ - молярные массы эквивалентов взаимодействующих веществ, г/моль.
- Следствие из закона эквивалентов позволяет оперировать объемами реагирующих веществ:
- $C_{\text{э}}(\text{к-ты}) \cdot V(\text{к-ты}) = C_{\text{э}}(\text{основ}) \cdot V(\text{основ})$,
- где $C_{\text{э}}$ - молярные концентрации эквивалентов реагирующих веществ, моль/л,
- V - объемы растворов реагирующих веществ, мл.

Количественный анализ.

Метод нейтрализации

- В качестве рабочих растворов в методе нейтрализации используют:
- титрованный раствор HCl (или H_2SO_4) $C_{\text{э}} = 0,1$ или $0,01$ моль/л;
- установочный раствор NaOH (или KOH).
- Для установления точки эквивалентности в реакции нейтрализации используют индикаторы (метиловый оранжевый, фенолфталеин, и др.).

- Зная объем исследуемого раствора щелочи
- ($V_{\text{исслед. щелочи}}$), молярную концентрацию эквивалента кислоты ($C_{\text{э}}(\text{HCl})$), экспериментально определив V_{HCl} , можно рассчитать концентрацию исследуемого раствора щелочи $C_{\text{э}}(\text{NaOH})$:
 - $$\underline{C_{\text{э}}(\text{NaOH}) = C_{\text{э}}(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) / V(\text{NaOH})},$$
- Содержание компонента кислотного или основного характера в определенном объеме раствора можно определить:
 - а) $m = C_{\text{э}} \cdot M_{\text{э}}$ (г) – масса в 1 литре раствора;
 - б) , (г) – масса в объеме V мл.
- Зная $C_{\text{э}}$, всегда можно выразить концентрацию вещества в виде $C_{\text{м}}$, $C\%$ и т.д.

2 Практическая часть

- ***Цель работы:***
- освоить титрометрический метод анализа;
- научиться определять концентрации исследуемого раствора

Порядок выполнения работы

- Приготовьте раствор щелочи (KOH или NaOH) заданной преподавателем концентрации (Стеор.). Для этого рассчитайте навеску щелочи, взвести её на аналитических весах и растворите в 50 мл дистиллированной воды. Работы необходимо выполнять при включенной вентиляции, не допускать попадания щелочи на кожные покровы.
- Приведите в рабочее состояние бюретку, налейте в нее до отметки "0" приготовленный титрованный раствор HCl с концентрацией $C_{\text{э}} = 0,1$ моль/л.

Порядок выполнения работы

- В коническую колбу для титрования пипеткой отмерьте 10 мл, приготовленного Вами раствора щелочи заданной преподавателем концентрации, добавьте 50 мл дистиллированной воды и 1 - 2 капли метилового оранжевого, раствор тщательно перемешайте. Он приобретет желтый цвет.
- К раствору щелочи медленно, небольшими порциями при тщательном перемешивании из бюретки приливайте раствор соляной кислоты до достижения точки эквивалентности. При этом окраска метилоранжа переходит из желтой в бледно-розовую.
- Заметьте по бюретке объем соляной кислоты, пошедшей на титрование. Титрование повторите три раза. Данные титрования занесите в таблицу.

Таблица – Результаты титрования раствора щелочи

№ опыта	$V_{\text{щелочи}}, \text{ мл}$	$C_{\text{э}}(\text{HCl}),$ моль*ЭКВ/л	$V_{\text{HCl}}, \text{ мл}$	Индикатор
1	10	0,1 моль/л		Метилоранж
2	10			
3	10			
Среднее	10		$V_{\text{ср}}(\text{HCl})=$	

- По формуле:
- $C_{\text{Э}}(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) = C_{\text{Э}}(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl})$
 определите $C_{\text{Э}}(\text{NaOH})$, взяв $V_{\text{ср}}(\text{HCl})$ как среднее значение по результатам 3-х титрований, считая, что полученное значение является практическим ($C_{\text{Э}}(\text{NaOH}) = C_{\text{практ.}}$).
- Оцените погрешность Ваших измерений:
- $\eta = \frac{C_{\text{теор.}} - C_{\text{практ.}}}{C_{\text{теор.}}} \cdot 100$
- По формулам пересчета рассчитайте концентрацию приготовленного Вами раствора.
- По проделанной работе и проведенным расчетам сделайте выводы.

ВЫВОДЫ

- 1. Освоен метод объемного титрования с использованием кислотно-основного индикатора- метил-оранжевого
- 2. Установлена концентрация приготовленного раствора, которая составляе($C_{\text{экв}} = \dots$), при этом погрешность определения равна: ($\eta = \dots$)
- Если погрешность более 10%:
- Погрешность превышает 10 % в следствии...

Защита лабораторной работы № 1

- проводится по теоретическим вопросам метода нейтрализации, формулам пересчета концентраций растворов химических соединений и решению задач, примеры которых приведены ниже.
- *Задача 1.* Сколько мл НС1 с $\rho = 1,18$ г/мл и $C\% = 36\%$ необходимо взять для приготовления 300 мл раствора НС1 с $C_3 = 0,15$ моль/л? Ответ: 3.87 мл.
- *Задача 2.* Как приготовить 250 г раствора H_2SO_4 с $C\% = 13\%$ ($\rho = 1,082$ г/мл), если имеется концентрированная серная кислота с $C\% = 96\%$ ($\rho = 1,84$ г/мл). Вычислите C_m и C_3 приготовленного раствора H_2SO_4 . Ответ: 18.4 мл; 216.15 мл; 1,434 моль/л; 2,869 моль/л.

- *Задача 3.* Определите C_3 и T раствора KOH с $C\% = 43\%$ и $\rho = 1,48$ г/мл. Какой объем этого раствора нужно взять, чтобы приготовить 500 мл разбавленного раствора KOH с $C_3 = 0,01$ моль/л? Ответ: 11.36 моль/л; 0,6364 г/мл; 0,44 мл.
- *Задача 4.* При определении кислотности молока на титрование 25 мл его пошло 3.5 мл раствора едкого натра с $C_3 = 0,1$ моль/л. Определить C_3 молочной кислоты в молоке. Ответ: 0,014 моль/л.
- *Задача 5.* Сколько граммов HCl содержится в 250 мл ее раствора, если на титрование 5 мл этого раствора расходуется 3,5 мл раствора KOH с $C_3 = 0,01$ моль/л? Ответ: 0,0639 г.
- *Задача 6.* В колбе на 500 мл растворено 0,755 г технического (т.е., содержащего примеси) NaOH. На титрование 5 мл этого раствора пошло 16,3 мл раствора HCl с C_3 (теор.) = 0,01 моль/л ($K = 0,8$). Определить массовую долю чистого NaOH в навеске. Ответ: 69,14%

- *Задача 7.* Сколько граммов буры содержится в 250 мл, если 10 мл этого раствора оттитровываются 12,3 мл раствора HCl с $T = 0,00365$ г/мл? Ответ: 5,864 г.
- *Задача 8.* Сколько граммов HCl оттитровываются 15 мл раствора KOH с $C, = 0,2$ моль/л? Ответ: 0,1095 г.
- *Задача 9.* Для определения $C,$ и T раствора HCl была взята навеска буры $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, равная 0,525 г. На нейтрализацию ее раствора было израсходовано 18,3 мл раствора HCl . Чему равны $C,$ и T раствора HCl ? Ответ: 0,1504 моль/л, 0,00549 г/мл.