

Определение значения pK_s слабой кислоты путем половинного титрования



Химия → Неорганическая химия → Кислоты, основания, соли

Химия → Аналитическая химия → Титрование



Уровень сложности

твёрдый



Размер группы

2



Время подготовки

10 Минут



Время выполнения

30 Минут

PHYWE
excellence in science

Информация для учителей

Описание

PHYWE
excellence in science

Экспериментальная
установка

Кисотно-основное титрование с использованием индикаторов применяется в аналитической химии для предварительного исследования соответствующих растворов. С их помощью можно сделать первоначальные заключения о концентрации исследуемого вещества. Затем обычно проводится подробное обследование с помощью pH-электродов.

Значение pK_s слабой кислоты также может быть определено с помощью индикатора.

Дополнительная информация для учителей (1/3)

PHYWE
excellence in science

предварительные знания



Ученики должны были получить свой первый экспериментальный опыт работы с кислотами и основаниями. Учащиеся должны быть знакомы с работой приборов для измерения объема (градуированная пипетка, бюретка, шарик для пипетирования).

Принцип



Титрование представляет собой измерительный аналитический метод определения значения pK_s уксусной кислоты.

В эксперименте к слабой кислоте неизвестной концентрации с известным объемом добавляется соответствующий индикатор (здесь: фенолфталеин). Раствор основания с известной концентрацией (стандартный раствор) заливается в бюретку, а затем по каплям добавляется к аналитическому раствору до момента пока индикатор не изменит цвет. Объем, считанный с бюретки, указывает количество раствора гидроксида натрия, которое должно быть добавлено в раствор таким образом, чтобы значение pH раствора было равно значению pK_s уксусной кислоты.

Дополнительная информация для учителей (2/3)

PHYWE
excellence in science

Цель



Учащимся следует показать и объяснить использование индикаторов в аналитической химии, а также особое внимание уделить основам метода анализа размерностей.

Задачи



Учащиеся должны определить значение pK_s уксусной кислоты с помощью подходящего индикатора (здесь: фенолфталеин). Известный объем этой кислоты титруется объемом раствора гидроксида натрия известной концентрации (стандартный раствор) до тех пор, пока индикатор не изменит цвет. Объем использованного раствора гидроксида натрия считывается с бюретки. Ровно половина этого объема соляной кислоты затем добавляется к исходному раствору, и значение pH определяется с помощью тестовой палочки. Этот pH равен значению pK_s уксусной кислоты.

Дополнительная информация для учителей



Подготовка

В каждом случае необходимо приготовить примерно 0,1 М раствора солей 1-4:
0,1 М раствор хлорида натрия: 1,46 г хлорида натрия на 250 мл дист. воды.
0,1 М раствор бромида натрия: 2,57 г бромида натрия на 250 мл дист. воды

0,1 М раствор сульфата натрия: 3,55 г сульфата натрия на 250 мл дист. воды.
0,1 М раствор карбоната натрия: 2,64 г карбоната натрия на 250 мл дист. воды

Также следует приготовить 5% раствор соляной кислоты (налейте примерно 40 мл дистиллированной воды в мерную колбу, наберите пипеткой 13 мл 37% соляной кислоты и долейте до 100 мл дистиллированной воды),

5% раствор азотной кислоты (налейте в мерную колбу около 40 мл дистиллированной воды, наберите пипеткой 50 мл 10% -ной соляной кислоты и доведите до 100 мл дистиллированной воды) и 10% раствор хлорида бария (10 г хлорида бария на 100 мл дистиллированной воды).

Инструкции по технике безопасности

PHYWE
excellence in science



- Кислоты и основания вызывают сильные ожоги.
- Используйте защитные очки/защитные перчатки!
- К этому эксперименту применяются общие инструкции по безопасному проведению экспериментов при преподавании естественных наук.
- Правила работы с опасными веществами приведены в соответствующих паспортах безопасности

Информация для студентов

Мотивация



Уксус

Как определить силу слабой кислоты?

Мы сталкиваемся с большим количеством кислот в повседневной жизни и в химических лабораториях. Будь то уксус в салатах или кислота в аккумуляторах автомобилей. Их можно найти везде.

Чтобы иметь возможность безопасно обращаться с ними в лаборатории, важно знать их сильные стороны. В качестве меры силы (прочности) кислоты вводится так называемое значение pK_s .

Значение pK_s слабой кислоты можно определить с помощью подходящего индикатора и основания. Этот метод называется половинным титрованием.

Задача

PHYWE
excellence in science

Экспериментальная
установка

Определите значение pK_s уксусной кислоты с помощью метода половинного титрования. Используйте фенолфталеин в качестве индикатора и 0,1 молярный раствор гидроксида натрия в качестве основания.

Материал

Позиция	Материал	Пункт No.	Количество
1	Бюретка, 25 мл, с прямым запорным краном, деление 0,1 мл	47153-01	1
2	Пипетка, с резиновым колпачком	64701-00	1
3	Колба Эрленмейера, широкогорлая, 100 мл	46151-00	1
4	Воронка, d=40 мм, для бюретки, РР	36888-00	1
5	Градуированная пипетка, 5 мл	36599-00	1
6	Защитные очки, прозрачные	39316-00	1
7	Наполнитель для пипеток, сферический, 3 клапана, макс. 100 мл	47127-02	1
8	Зажим для бюреток, с 1 роликовым держателем	37720-01	1
9	Основа штатива, PHYWE	02001-00	1
10	Стержень штатива, нержавеющей сталь, 18/8, l = 370 мм, d = 10 мм	02059-00	1
11	Промывалка, пластмасса, 250 мл	33930-00	1
12	Лабораторный маркер, водостойкий, черный	38711-00	1
13	Фенолфталеин, раствор, 1%, 100 мл	31715-10	1
14	Тест-полоски для рН проб, 0-14,0, 100 шт.	30301-08	1
15	Вода, дистиллирован., 5 л	31246-81	1
16	Уксусная кислота, 99 ..100%, 500 мл	31301-50	1
17	Соляная кислота, 37 %, 1000 мл	30214-70	1
18	Мензурка низкая, 50 мл, пластиковая	36080-00	2

Подготовка (1/7)

PHYWE
excellence in science

1. Соедините две половинки основания штатива (**рис. 1**).
2. Закрепите штативный стержень с основанием штатива (**рис. 2**).
3. Прикрепите зажим для бюретки к штативному стержню (**рис. 3**).

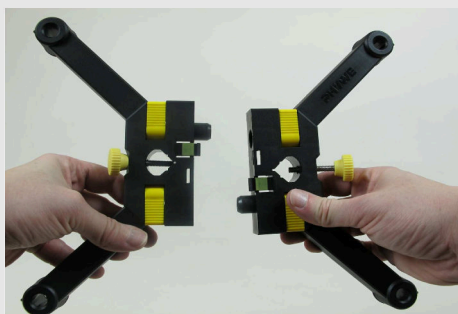


рис. 1



рис. 2



рис. 3

Подготовка (2/7)

PHYWE
excellence in science

Нажмите на два рычага зажима бюретки большим и указательным пальцами (**рис. 4**) и поместите бюретку между четырьмя прорезиненными роликами (**рис. 5**). Зафиксируйте бюретку, медленно отпустив два рычага.



рис. 4



рис. 5

Подготовка (3/7)

PHYWE
excellence in science

С помощью воронки заполните бюретку 0,1-молярным раствором гидроксида натрия. Используйте два лабораторных стакана и промаркируйте их, чтобы избежать путаницы. Осторожно заполните бюретку на 10 мл до верхней калибровочной отметки. Убедитесь, что в бюретке нет пузырьков воздуха и ничего не переливается. (рис. 6).

Поместите один из лабораторных стаканов под кран бюретки и осторожно откройте его. Слевайте раствор гидроксида натрия до тех пор, пока не будет достигнута верхняя калибровочная линия столба жидкости (рис. 7).



рис. 6



рис. 7

Подготовка (4/7)

PHYWE
excellence in science

На поверхности столба жидкости в бюретке образуется нисходящая кривая, так называемый мениск (gr. meniscus = полумесяц). Для того, чтобы точно измерить момент касания столба жидкости самой верхней калибровочной отметки, нужно ориентироваться по самой нижней точке этой кривой. Ваши глаза должны находиться точно на высоте калибровочной линии (рис. 8).

Поместите шарик для пипетки на градуированную пипетку (Рис. 9). Большим и указательным пальцами сожмите клапан «А». Остальными пальцами выдавите воздух из шарика для дозатора (Рис. 10).



рис. 8

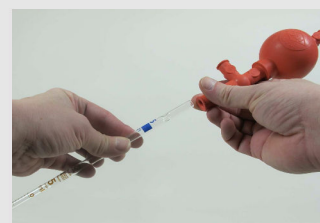


Рис. 9



Рис. 10

Подготовка (5/7)

PHYWE
excellence in science

Держите мерную пипетку вертикально и вставьте ее наконечник в имеющуюся уксусную кислоту. При осторожном нажатии на клапан «S» пипетка медленно наполняется кислотой. Будьте осторожны, не наполняйте пипетку слишком быстро. В жидкости не должно быть пузырьков воздуха.

Внимание: Не допускайте попадания кислоты в шарик для дозатора! Заполните градуированную пипетку примерно до шести миллилитров (рис. 11).

Сожмите клапан "E", дайте кислоте вытечь из градуированной пипетки до тех пор, пока в ней не останется ровно 5 мл жидкости (рис. 12). Уровень заполнения здесь также можно определить, как описано выше.



Рис. 11



Рис. 12

Подготовка (6/7)

PHYWE
excellence in science

Осторожно выньте градуированную пипетку из серной кислоты и вставьте ее в колбу Эрленмейера. При нажатии на клапан «E» оставшаяся жидкость полностью выливается в емкость (рис. 12).

Когда вся жидкость вытечет, на кончике градуированной пипетки остается небольшая капля. Это обстоятельство было учтено при калибровке дозатора и каплю не нужно снимать с пипетки.

Поместите колбу Эрленмейера под кран бюретки и наполните ее небольшим количеством воды, используя шприц (рис. 13). В колбе должно быть не более двух сантиметров жидкости.



Рис. 13

Подготовка (7/7)

PHYWE
excellence in science

С помощью пипетки с резиновым колпачком добавьте в раствор кислоты от 3 до 5 капель фенолфталеина (рис. 14).



Рис. 14

Выполнение работы (1/3)

PHYWE
excellence in science

Средняя скорость капания устанавливается с помощью осторожного поворота запорного крана бюретки. Также должна быть возможность наблюдать отдельные капли. В этом эксперименте колбу Эрленмейера с кислотой осторожно покачивают назад и вперед (рис. 15) так, чтобы не образовывалось никаких брызг (**Внимание: Кислота!**).

Как только в растворе кислоты обнаруживается изменение цвета, скорость капания раствора уменьшают, осторожно поворачивая запорный кран для бюретки.

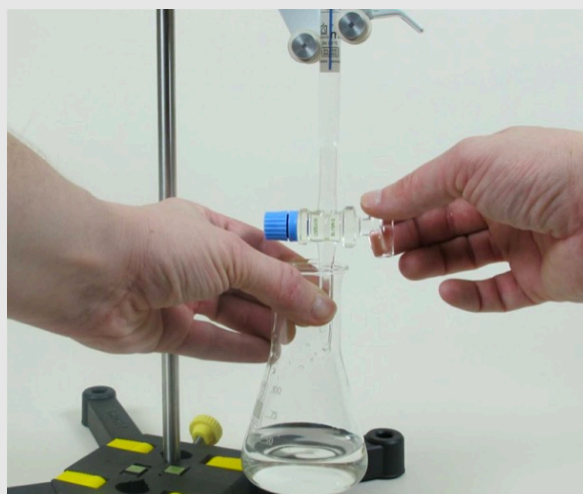


Рис. 15

Выполнение работы (2/3)

PHYWE
excellence in science

Как только изменение цвета остается постоянным, запорный кран бюретки закрывается. Объем использованного раствора гидроксида натрия считывается на бюретке и записывается в таблицу. Отмечается также наблюдаемое изменение цвета.

Используя градуированную пипетку, добавьте к аналитическому раствору половину объема уксусной кислоты, указанного на бюретке. (Не путайте с каустической содой!).

В обесцвеченный раствор помещают полоску для измерения pH, а изменение цвета на полоске сравнивают с таблицей цветов.

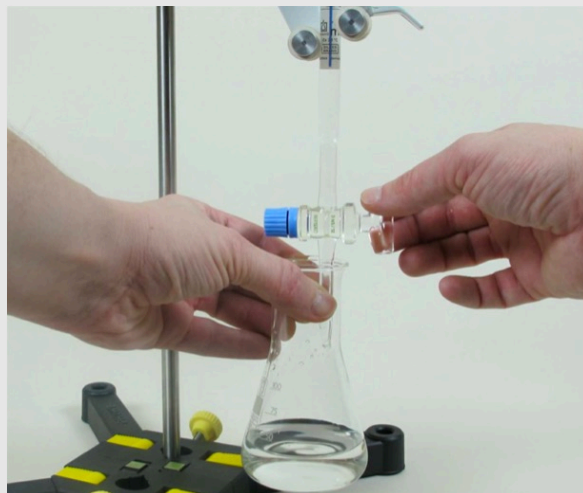


Рис. 16

Выполнение работы (3/3)

PHYWE
excellence in science

Утилизация

Использованные растворы можно утилизировать в контейнере для сбора кислот и щелочей.

PHYWE
excellence in science

Протокол

Наблюдение

PHYWE
excellence in science

Каково значение pK_s уксусной кислоты, определяемое с помощью половинного титрования?

Задача 1

Почему уравнение $\text{pH} = \text{pKs}$ применяется в точке половинного титрования? Выведите формулу!

Задача 2

Заполните пробелы в тексте!

Молярная концентрация вещества является
количества молей растворенного вещества к
раствора. Единицей измерения молярной концентрации вещества является
.

Задача 3

PHYWE
excellence in science

Какое утверждение применимо к значению pK_a ?

- Чем меньше pK_s -значение, тем сильнее кислота.
- pK_s -значение равно значению pH .
- Чем больше pK_s -значение, тем сильнее кислота.

 Проверить

Химическая лаборатория

Задача 4

PHYWE
excellence in science

Заполните пробелы в тексте.

В точке эквивалентности скорость изменения значения pH является ; поэтому кривая титрования здесь описывает .

 Проверить

Пробирки

Слайд	Оценка/Всего
Слайд 24: Концентрация вещества	0/5
Слайд 25: стоимость ПК	0/1
Слайд 26: Точка эквивалентности	0/2

Общая сумма  0/8

 Решения

 Повторить

 Экспортируемый текст