|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Титруемое вещество | | | | Рабочий  раствор |
| название | формула | Конц-ция | Кд |
| 66 | Диметиламин | (СН3)2NH | 0,1M | 1.1\*10-3 | 0,1M HCl |

В первоначальный момент (без добавления HCl) в растворе присутствует слабое основание диметиламин, расчет концентрации ионов водорода ведется по формуле

[H+] = KH2O / √(Kb\*C)

Kb ((CH3)2NH) = 1,1\*10-3

Следовательно, начальное значение рН раствора равно

[H+] = 10-14 / √(1,1\*10-3\*0.1) = 10-14 / 1.05\*10-2 = 0,95\*10-12

pH = - lg[H+] = - lg(0.95\*10-12) = 12.02

При прибавлении раствора кислоты протекает реакция нейтрализации:

(СН3)2NH + HCl = [(CH3)2NH2]Cl

Во всех последующих точках на кривой титрования до точки эквивалентности (в том числе в начале скачка на кривой титрования) расчет рН ведут для буферной системы (смесь диметиламина и его соли [(CH3)2NH2]Cl хлорида диметиламмония, так как основание будет в избытке.)

рН = 14 – (рКb - lg(Сосн/Ссоль))

рКb = - lgKb = - lg(1,1\*10-3) = 2,96

Концентрация оставшегося в растворе диметиламина вычисляется по формуле

Cосн = (Сосн\*Vосн – Скисл\*Vкисл) / (Vосн + Vкисл)

а концентрация хлорида диметиламмония – по формуле

Ссоли = Ск-ты\*Vк-ты /(Vосн + Vкисл)

Считаем, что оттитровывается 100 мл раствора диметиламина, тогда объем кислоты в точке эквивалентности равен также 100 мл, так как:

С((CH3)2NH)\*V((CH3)2NH) = C(HCl)\*V(HCl)

V(HCl) = С((CH3)2NH)\*V((CH3)2NH) / С(HCl) = 0.1\*100/0,1 = 100 мл.

Найдем значения рН раствора при добавлении 25 мл; 50 мл, 75 мл, 90 мл, 99 мл, 99,9 мл, 99,99 мл кислоты. (то есть расчет рН недотитрованного диметиламина)

V(HCl) = 25 мл

С((CH3)2NH) = (0.1\*100 – 0.1\*25) / (100 + 25) = 0.06 моль/л

C([(CH3)2NH2]Cl) = 0.1\*25/(100 + 25) = 0.02 моль/л

рOН = 14 – (2,96 – lg(0.06/0.02) = 11,2

V(HCl) = 50 мл

С((CH3)2NH) = (0.1\*100 – 0.1\*50) / (100 + 50) = 0.033 моль/л

C([(CH3)2NH2]Cl) = 0.1\*50/(100 + 50) = 0.033 моль/л

рOН = 14 – (2,96 – lg(0.033/0.033) = 11,04

V(HCl) = 75 мл

С((CH3)2NH) = (0.1\*100 – 0.1\*75) / (100 + 75) = 0.014 моль/л

C([(CH3)2NH2]Cl) = 0.1\*75/(100 + 75) = 0.043 моль/л

рOН = 14 – (2,96 – lg(0.014/0.043) = 10,55

V(HCl) = 90 мл

С((CH3)2NH) = (0.1\*100 – 0.1\*90) / (100 + 90) = 0.0053 моль/л

C([(CH3)2NH2]Cl) = 0.1\*90/(100 + 90) = 0.047 моль/л

рOН = 14 – (2,96 – lg(0.0053/0.047) = 10,09

V(HCl) = 99 мл

С((CH3)2NH) = (0.1\*100 – 0.1\*99) / (100 + 99) = 0.0005 моль/л

C([(CH3)2NH2]Cl) = 0.1\*99/(100 + 99) = 0.05 моль/л

рOН = 14 – (2,96 – lg(0.0005/0.05) = 9,04

V(HCl) = 99,9 мл

С((CH3)2NH) = (0.1\*100 – 0.1\*99,9) / (100 + 99,9) = 0.00005 моль/л

C([(CH3)2NH2]Cl) = 0.1\*99,9/(100 + 99,9) = 0.05 моль/л

рOН = 14 – (2,96 – lg(0.00005/0.05) = 8,04

V(HCl) = 99,99 мл

С((CH3)2NH) = (0.1\*100 – 0.1\*99,99) / (100 + 99,99) = 0.000005 моль/л

C([(CH3)2NH2]Cl) = 0.1\*99,99/(100 + 99,99) = 0.05 моль/л

рOН = 14 – (2,96 – lg(0.000005/0.05) = 7,04

При добавлении 100 мл HCl в растворе будет присутствовать только хлорид диметиламмония, который, гидролизуясь, сообщает раствору кислую реакцию:

(CH3)2NH2+ + H2O = (CH3)2NH2OH + H+

Константа гидролиза равна:

Кг = КН2О/Кb = 10-14/1,1\*10-3 = 0.91\*10-11

Концентрация соли в полученном растворе равна:

С = 0,05 моль/л

Степень гидролиза равна:

α = √(Кг/С) = √(0,91\*10-11/0,05) = 1.35\*10-5

Концентрация ионов водорода равна:

[H+] = α\*C = 1.35\*10-5\*0,05 = 0,675\*10-6

рН = - lg[H+] = - lg(0.675\*10-6) = 6.17

После прибавления избытка HCl рН раствора будет определяться только концентрацией избытка кислоты.

100,01 мл, 100,1 мл, 101 мл, 110 мл и 150 мл кислоты.

Избыток в 0,01 мл кислоты создаст концентрацию ионов Н+ равную:

[H+] = Cэ\*V(изб)/V(раств) = 0,1\*0,01/200,01 = 0.000005 моль/л

рН = - lg(0.000005) = 5.3

V(HCl) = 100,1 мл, избыток = 0,1 мл

[H+] = 0,1\*0,1/200,1 = 0,00005 моль/л

рН = - lg(0,00005) = 4,3

V(HCl) = 101 мл, избыток = 1 мл

[H+] = 0,1\*1/201 = 0,0005 моль/л

рН = - lg(0,0002) = 3,3

V(HCl) = 110 мл, избыток = 10 мл

[H+] = 0,1\*10/210 = 0,0048 моль/л

рН = - lg(0,0048) = 2,3

V(HCl) = 150 мл, избыток = 50 мл

[H+] = 0,1\*50/250 = 0,02 моль/л

рН = - lg(0,02) = 1.7

Запишем все полученные данные в таблицу

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | V(HCl), | С((CH3)2NH) моль/л | C([(CH3)2NH2]Cl)  моль/л | С(HCl)  моль/л | рН |
| 1 | - | 0.1 | - |  | 12.02 |
| 2 | 25 | 0,06 | 0.02 |  | 11.2 |
| 3 | 50 | 0.033 | 0.033 |  | 11.04 |
| 4 | 75 | 0.014 | 0.043 |  | 10.55 |
| 5 | 90 | 0.0053 | 0.047 |  | 10.09 |
| 6 | 99 | 0.0005 | 0.05 |  | 9.04 |
| 7 | 99.9 | 0.00005 | 0.05 |  | 8.04 |
| 8 | 99.99 | 0.000005 | 0.05 |  | 7.04 |
| 9 | 100 | - | 0.05 |  | 6.17 |
| 10 | 100.01 | - | - | 0.000005 | 5.3 |
| 11 | 100.1 |  |  | 0.00005 | 4.3 |
| 12 | 101 |  |  | 0.0005 | 3.3 |
| 13 | 110 |  |  | 0.0048 | 2.3 |
| 14 | 150 |  |  | 0.02 | 1.7 |

По полученным данным строим кривую титрования:

Точка эквивалентности рН = 6.17

pH = 7

Скачок титрования

Как видно, линия нейтральности (pH = 7 черная линия) пересекается с кривой после точки точки эквивалентности. В области эквивалентности (VHCl) = ± 1 мл) наблюдается скачок титрования от рН = 3.3 до 9.4, (оранжевые кружочки на рисунке) а точка эквивалентности находится при рН = 6.17 (голубые косые линии ничего не обозначают, это просто заштриховано между красными линиями, примерно так и нарисуйте, это для наглядности)

Для выбора индикатора необходимо, чтобы интервал перехода кислотно-основного индикатора лежал в области скачка титрования. Для этой цели подходит бромтимоловый синий. Его интервал рН 6,0-7,6 и показатель титрования рТ = 6,8. То есть в точке эквивалентности будет наблюдаться переход окраски от синей к желтой.