

中和と酸塩基滴定 V pH 6 の塩酸を 100 倍希釈すると pH はいくつ？

今回は、思い込みでは無く、ちゃんとした講義をします。さて問題です。

Q. pH 6 の塩酸を 100 倍希釈すると pH はいくつになるでしょうか？

pH 8 って答えた人は、落ち込んでください。そして勉強に励みましょう。ほとんどの人は引っかからぬでしょ。どうして pH 8 にならぬでしょ。というか pH 7 は直観でわかりますけど。今回は、ちゃんと計算してみたい人に複雑な計算を使わぬで数値的に評価してみます。まずは大前提です。

pH 7 の水、つまり中性の水はわずかに電離しています。中性の水の電離で生じる水素イオンの濃度は 10^{-7} mol/L です。酸が溶けた水溶液を作ることを考えてみます。この水溶液の全水素イオン濃度は、

溶けた酸から生じる水素イオンの濃度と中性の水から生じる水素イオンの濃度を足し算したもの

ということでいいですかね。本当は酸を溶かすとその影響で水の電離も若干変わってしまいますが、それは変わらないということを大前提として説明します。なぜなら、pH 7 に近づくだけなので、とくに細かい話はいりません。中性の水の電離で生じる水素イオンの濃度は 10^{-7} mol/L でいきましょう。

pH 6 の塩酸の水素イオン濃度は 10^{-6} mol/L です。pH 6 の塩酸を 100 倍希釈した水溶液の水素イオン濃度は 10^{-8} mol/L ですよね。よく考えてください。例えば pH 6 の塩酸 1 mL を 100 倍希釈するためには中性の水は 99 mL 必要ですよね。ここでもう一度断っておきます。メンドクサイ数学の先生やキチョウメンな生徒だと細かく考えたがるかもしれません。そのような方々は無視してサクッといきましょう。どっちにしろ、pH 7 は超えることはないので（笑）。

pH 6 の塩酸を 100 倍希釈した水溶液に含まれる全水素イオン濃度 “[H^+]_{total}” は、pH 6 の塩酸から生じる水素イオンの濃度 10^{-6} mol/L と中性の水から生じる水素イオンの濃度 10^{-7} mol/L を足したものになります。つまり、

$$[\text{H}^+]_{\text{total}} = 10^{-8} \text{ mol/L} + 10^{-7} \text{ mol/L} = 1.1 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$$

ですね。あとは、 $\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+]$ を使って pH を計算するだけです。でも、そのためにはマクローリン展開しなきやいけませんが、そんな面倒なことはしたくないので、ここでは関数

「直観」で理解する化学の講義

電卓を使ってチャチャっと計算しちゃいましょう。 $pH = -\log_{10}[H^+]$ なんで直観的に pH 7 よりは小さいことはわかると思います。答えは pH 6.96 です。

1000 倍希釈したらどうなりますか？pH 6 の塩酸を 1000 倍希釈した水溶液の水素イオン濃度は 10^{-9} mol/L 、希釈に使った水の水素イオン濃度は 10^{-7} mol/L ですね。したがって、pH 6 の塩酸を 1000 倍希釈した水溶液に含まれる全水素イオン濃度 $[H^+]_{\text{total}}$ は

$$[H^+]_{\text{total}} = 10^{-9} \text{ mol/L} + 10^{-7} \text{ mol/L} = 1.01 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$$

関数電卓を使って pH をチャチャっと求めると、pH 6.996 となります。

それでは、pH 6 の塩酸を 100000 倍希釈した水溶液に含まれる全水素イオン濃度 $[H^+]_{\text{total}}$ はどうなりますか？もうわかるかな。

$$[H^+]_{\text{total}} = 10^{-11} \text{ mol/L} + 10^{-7} \text{ mol/L} = 1.0001 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$$

関数電卓を使うと、pH 6.99996 となります。

結局のところ、水溶液の pH は水の水素イオン濃度 10^{-7} mol/L が基準になっています。水に加えるものが酸である場合、水に塩酸をたくさん加えたり濃度の大きな塩酸を加えれば pH は大きく下がるし、加えた塩酸がちょっとであったり濃度の小さい塩酸を加えれば pH 7 からちょっとだけ下がるということです。加えるものが塩基ならその逆ですね。そもそも pH 6 の塩酸を 100 倍希釈したら pH 8 って、酸が塩基になることはないです。それは直観というか当たり前ですね。