Областной этап республиканской химической олимпиады 2024-2025. Практический тур.
11 класс

1. Напишите уравнение протолитического равновесия в **водном** растворе уксусной кислоты и соответствующую константу диссоциации. Какая сопряженная кислотно-основная пара существует в этом равновесии?

$CH_3COOH + H_2O \rightarrow H_3O^+ + CH_3COO^-$ **(1 б)**

$K_a=\frac{[CH_3COO^-]*[H_3O^+]}{[CH_3COOH]}$ **(0,5 б)**

CH_3COOH/CH_3COO^- **(0,5 б)**

---

2. Приведите уравнение реакции, протекающей в ходе титрования. Укажите факторы эквивалентностей ($f_{ЭКВ.}$) и молярные массы эквивалентов ($M_э$) веществ, участвующих в данном титровании.

$CH_3COOH + NaOH = CH_3COONa + H_2O$ **(1 б)**

$f(CH_3COOH)=1$, $M(CH_3COOH)=60$ г/моль **(0,25 б+0,25 б)**
$f(NaOH)=1$, $M(NaOH)=40$ г/моль **(0,25 б+0,25 б)**

---

3. Укажите состав раствора в различных точках титрования: в точке эквивалентности, до и после точки эквивалентности:

До точки эквивалентности -CH_3COOH и CH_3COONa **1 б**
В точке эквивалентности – CH_3COONa **1 б**
После точки эквивалентности – CH_3COONa и NaOH **1 б**

---

4. Рассчитайте pH системы при титровании 25 мл 0,1 моль-экв/л раствора уксусной кислоты раствором 0,1 моль-экв/л гидроксида натрия, при выполнении 0%, 90%, 100% и 101% титрования ($K_a=1,76\cdot10^{-5}$).

1. При 0% титрования, в системе есть только уксусная кислота
    1. CH_3COOH- млабая кислота

$[H^+] = \sqrt{K_a * C_к}=\sqrt{1,76 * 10^{-5} * 0,1}=1,33*10^{-3}$
$pH = 3 - lg1,33 = 2,88$ **2б**

    2. При 90% титрований,

100% - 25 мл
90% - x мл , к анализируемому раствору добавляется 22.5 мл титранта
В системе есть CH_3COOH/CH_3COONa -буферная смесь

25*0,1 22,5*0,1
$CH_3COOH + NaOH = CH_3COONa + H_2O$

$[H^+] = K_D \frac{C_к}{C_с}$=1,76 * 10^{-5} $\frac{25*0,1-22,5*0,1}{22.5*0,1}$ =*2*10^{-6} моль/л*

$pH = 6 - log2 = 5,7$ **2 б**

25*0,1 25*0,1

3. CH_3COOH + NaOH = **CH_3COONa** + H_2O,

Уравнение гидролиза:

CH_3COO^- + H_2O= CH_3COOH + OH^-

$[OH^-]=\sqrt{K_b * C_т}=\sqrt{\frac{10^{-14}}{1,76*10^{-5}} * 0,1}$=7,53*10^{-6} моль/л,

pOH=5,12, pH=14-5,12=8,88 **2 б**

4. При 101 % титрований,

100% - 25 мл

101% - x мл , к анализируемому раствору добавляется 25.25 мл титранта

25*0,1 25,25*0,1

CH_3COOH + NaOH = CH_3COONa + H_2O,

В растворе гидроксид в избытке:

$[OH^-] = \frac{25,25*0,1-25*0,1}{50,25}$=5*10^{-4} моль/л

pOH=4-lg5=3.3, pH= 14-3.3=10.7 **2 б**

5. Рассчет содержания уксусной кислоты (в граммах) в исходной задаче:

n(CH_3COOH)=n(NaOH)

C(CH_3COOH)*V(CH_3COOH)=C(NaOH)*V(NaOH)

$\frac{m(CH_3COOH)*1000}{M_Э(CH_3COOH)*V_{в.к.}} * V_{al} = C(NaOH) * V(NaOH)$

$m(CH_3COOH) = \frac{C(NaOH)*V(NaOH)*M_Э(CH_3COOH)*V_{в.к.}}{1000*V_{al}}$ **5 б**

V_1=

V_2=

V_3=

$\bar{V}$=

10 б

Итого: