

“Elektrolitik dissotsiatsiya va ionlar muvozanati: K_a , K_b , pH, gidroliz, tampon eritmalar”

1-BO‘LIM: MAVZUNI

1. Elektrolitik dissotsiatsiya

Elektrolitlar — suvda yoki eritmada ionlarga ajraladigan moddalar.
Dissotsiatsiya jarayoni:



Kuchli elektrolitlar $\rightarrow$ to‘liq dissotsiatsiyalanadi.
Zaif elektrolitlar $\rightarrow$ qisman dissotsiatsiyalanadi.

Zaif elektrolitlar uchun *muvozanat o‘rnatiladi*.

2. Kislota dissotsiatsiyasi doimiysi K_a

Zaif kislotalar suvda quyidagicha dissotsiatsiyalanadi $HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$

Kislota dissotsiatsiya doimiysi $K_a = (H^+ \cdot A^-) / (HA)$

Agar boshlang‘ich konsentratsiya $[HA]_0$ bo‘lsa, dissotsiatsiya miqdori x :

$$\begin{aligned} [HA] &= [HA]_0 - x \\ [H^+] &= x \\ [A^-] &= x \end{aligned}$$

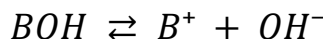
Shunda $K_a = (x \cdot x) / ([HA]_0 - x)$

Zaif kislotalar uchun odatda x juda kichik $\rightarrow x \leq [HA]_0$
Shunda soddalashtiriladi: $K_a \approx x^2 / [HA]_0$

Bu olimpiadada eng ko‘p qo‘llaniladigan formuladir.

3. Asos dissotsiatsiyasi doimiysi K_b

Zaif asoslar uchun:



$$K_b = (B^+ \cdot OH^-) / (BOH)$$

Shuningdek $K_a \cdot K_b = K_w$ bu yerda $K_w = 1.0 \cdot 10^{-14}$ (25°C da)

4. Suvning ion ko'paytmasi K_w

Suv muvozanati $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$; $K_w = (H^+) \cdot (OH^-) = 1.0 \cdot 10^{-14}$

Natijalar $H^+ = OH^- = 1.0 \cdot 10^{-7}$; $pH = 7$ — neytral

5. pH , pOH va ularning bog'lanishi

$$\begin{aligned} pH &= -\log(H^+) \\ pOH &= -\log(OH^-) \end{aligned}$$

$$pH + pOH = 14$$

Katta kontsentratsiyalarni lg bilan chiqarishda ehtiyot bo'linadi.

6. Kuchsiz kislota pH sini topish

HA uchun $K_a \approx x^2 / [HA]_0$; $x = (H^+)$

Demak $(H^+) \approx \sqrt{K_a \cdot [HA]_0}$; $pH = -\log(H^+)$

Bu eng muhim olimpiada formulasidir.

7. Kuchsiz asos pH (pOH) topish

BOH uchun:

$$(OH^-) \approx \sqrt{K_b \cdot [BOH]_0}$$

$$\begin{aligned} pOH &= -\log(OH^-) \\ pH &= 14 - pOH \end{aligned}$$

8. Hidroliz

Tuz ionlarining suv bilan reaksiyaga kirishishi gidroliz deyiladi.

Masalan: A^- — zaif kislota anioni bo'lsa:

$A^- + H_2O \rightleftharpoons HA + OH^-$ eritma ishqoriy bo'ladi.

$$K_{gidr} = K_w / K_a$$

B^+ — zaif asos kationi bo'lsa, $B^+ + H_2O \rightleftharpoons BOH + H^+$ eritma kislotali bo'ladi.

$$K_{gidr} = K_w / K_b$$

9. Tampon eritmalar

Tampon eritma — pH qiymatini oʻzgarmas tutib turuvchi aralashma.

Ikki turi:

1. Kuchsiz kislota + uning tuzi
2. Kuchsiz asos + uning tuzi

pH hisoblash formulasi Henderson–Hasselbalch koʻrinishida:

$$pH = pK_a + \log([A^-] / [HA])$$

$$pOH = pK_b + \log([B^+] / [BOH])$$

Oʻzbekiston darsliklarida bu formula koʻproq amaliy koʻrinishda beriladi.

10. Aralashtirish va suyultirishda pH oʻzgarishi

Agar ikki eritma aralashtirilsa:

1. yangi konsentratsiyalar topiladi:

$$C_{yangi} = (C_1 \cdot V_1 + C_2 \cdot V_2) / (V_1 + V_2)$$

2. soʻng (H^+) yoki (OH^-) tiklanadi
3. pH qayta hisoblanadi

Bu olimpiadada juda keng qoʻllaniladi.

METODIK YORDAM (OLIMPIADA USLUBI)

Olimpiada masalalarini yechishda eng katta xato — qaysi formulani qachon ishlatishni bilmaslik. Quyida 5 ta asosiy boʻlim boʻyicha toʻliq metodik yoʻl-yoʻriq berilgan.

1. Kuchsiz kislotalar bilan ishlash (K_a , pH , dissotsiatsiya darajasi)

1. Asosiy muvozanat



Boshlangʻich: $[HA]_0$

Muvozanatda:

$$[HA] = [HA]_0 - x$$

$$[H^+] = x$$

$$[A^-] = x$$

Shunda $K_a = (x \cdot x) / ([HA]_0 - x)$

2. Zaif kislotada asosiy taxmin

$x \leq [HA]_0$ bo'ladi. Shuning uchun:

$$K_a \approx x^2 / [HA]_0$$
$$x \approx \sqrt{K_a \cdot [HA]_0}$$

Bu olimpiadaning oltin formulasi.

3. pH hisoblash

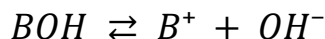
$$(H^+) = x$$
$$pH = -\log(H^+)$$

4. Qachon x ni soddalashtirish mumkin?

Agar dissotsiatsiya darajasi $\alpha = x / [HA]_0$

agar $\alpha < 5\%$ bo'lsa, soddalashtirish to'g'ri.

2. Kuchsiz asoslar bilan ishlash (K_b, pOH, pH)



Boshlang'ich: $[BOH]_0$

Muvozanatda:

$$[BOH] = [BOH]_0 - x$$
$$[B^+] = x$$
$$[OH^-] = x$$

$$K_b = x^2 / ([BOH]_0 - x)$$
$$x \approx \sqrt{K_b \cdot [BOH]_0}$$

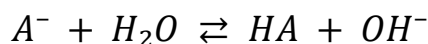
$pOH \rightarrow$

$$pOH = -\log(OH^-)$$

$$pH = 14 - pOH$$

3. Tuzlarning gidrolizi (A^- yoki B^+ ionlar)

1. Zaif kislotalarning anioni (A^-):

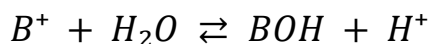


Eritma ishqoriy bo'ladi.

$$K_{gidr} = K_w / K_a$$

(H^+) ni emas, (OH^-) ni topamiz.

2. Zaif asosning kationi (B^+):



Eritma kislotali bo'ladi.

$$K_{gidr} = K_w / K_b$$

3. Odatda ishlatiladigan soddalashtirish:

$x \leq 1$ bo'lsa:

$$K_{gidr} \approx x^2 / C_0$$
$$x \approx \sqrt{K_{gidr} \cdot C_0}$$

Bu yerda $x \rightarrow (H^+)$ yoki (OH^-), vaziyatga qarab.

4. Tampon eritmalar — olimpiada uchun eng qulay qism

1. Kesim: kuchsiz kislota + uning tuzi (A^-)

$$pH = pK_a + \log([A^-] / [HA])$$

Bu formula olimpiadada 70% masalani darhol yechadi.

Muhim yondashuv:

Agar kislotalardan kam miqdorda H^+ qo'shilsa:

— $A^- \rightarrow HA$ ga aylanadi

— lekin pH deyarli o'zgarmaydi.

Agar OH^- qo'shilsa:

— $HA \rightarrow A^-$ ga o'tadi

2. Tamponni suyultirganda

pH o'zgarmaydi, chunki:

$[A^-] / [HA]$ nisbati o'zgarmaydi.

Bu olimpiadada eng ko'p so'raladigan tushunchalardan biri.

3. Tampon yaratish uchun shartlar

1. Kuchsiz kislota (yoki asos) va uning tuzi bo'lishi shart.
2. Konsentratsiyalar YAQIN bo'lishi kerak.
3. Tuzning miqdori kislotaga nisbatan 1:1 yoki 1:2 chegarada bo'lishi kerak.

5. Aralashtirish, suyultirish va lgarifmli hisoblash strategiyasi

1. Yangi konsentratsiya topish

$$C_{yangi} = (C_1 \cdot V_1 + C_2 \cdot V_2) / (V_1 + V_2)$$

Bu ION balansini saqlab qo'llanadi.

2. Agar pH berilgan bo'lsa:

$$(H^+) = 10^{-pH}$$

$$pOH = 14 - pH$$

$$(OH^-) = 10^{-pOH}$$

3. Turli kislota bilan asos aralashsa:

1. Stoixiyometrik sarflanish $\rightarrow$ qoldiq kislotani/ishqorni topish
2. Qoldiq bo'lsa $\rightarrow pH$ aniqlanadi
3. Agar ikkalasi tugasa $\rightarrow$ tuz + gidroliz tekshiriladi

Olimpiadada HAR DOIM shu uch qadam bajariladi.

4. Lgarifmda soddalashtirish

$$\log(a \cdot 10^b) = \log(a) + b$$

Masalan:

$$10^{-3} \rightarrow \log(10^{-3}) = -3$$

$$4 \cdot 10^{-3} \rightarrow \log(4) - 3$$

Bu pH ni tez topishda juda muhim.

METODIK MASLAHATLAR (Olimpiadada vaqtni tejash)

- “ $x \leq C_0$ ” soddalashtirish — eng kuchli usul

Aksariyat hollarda to‘g‘ri natija beradi.

- Har doim oldin ion almashinuvi yoki neytrallanishni tekshir

Ko‘pchilik birinchi xatoni shu yerda qiladi.

- Tamponlarda suyultirish pH ga ta’sir qilmasligini eslab qol

Bu olimpiadada juda tez-tez beriladi.

- Gidrolizda qaysi ion zaif ekanini aniqlash — kalit nuqta

Na^+ yoki $Cl^- \rightarrow$ gidrolizsiz

$NH_4^+, CH_3COO^- \rightarrow$ gidrolizli

- Agar K_a yoki K_b juda kichik bo‘lsa $\rightarrow$ taxmin ishlat

Kvadrat tenglama oxirgi variant bo‘lsin.

TIPIK XATOLAR

1. Zaif kislotalarda ($x \leq C_0$) sharti tekshirilmasligi

O‘quvchi to‘g‘ridan-to‘g‘ri:

$$(H^+) \approx \sqrt{K_a \cdot C_0}$$

deb qo‘llaydi, lekin bu formula faqat ($x \leq C_0$) bo‘lganda ishlaydi.

Agar dissotsiatsiya darajasi:

$$\alpha = x / C_0$$

$\alpha > 5\%$ chiqsa $\rightarrow$ bu soddalashtirish xatodir.

Bu holatda kvadrat tenglama ishlatiladi.

2. Kuchsiz kislota miqdori o‘zgarganda tenglamani yangilamaslik

$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$ jarayonida

H^+ yoki OH^- qo‘shilsa, ko‘p o‘quvchilar dastlabki C_0 ni o‘zgartirmay qo‘yadi.

To‘g‘risi:

- “ H^+ qo‘shilsa” $\rightarrow A^-$ kamayadi, HA ortadi

– “ OH^- qo‘shilsa” $\rightarrow HA$ kamayadi, A^- ortadi

Tampon masalalarida ayniqsa ko‘p kuzatiladi.

3. Kuchsiz kislota bilan kuchli asos aralashganda neytrallanishni tekshirmaslik

Misol: $CH_3COOH + OH^- \rightarrow CH_3COO^- + H_2O$

Ko‘pchilik darhol pH topishga o‘tib ketadi, lekin:

1. qaysi biri ortiqcha?
2. ortiqcha bo‘lmasa $\rightarrow$ tuz + gidroliz
3. ortiqcha bo‘lsa $\rightarrow$ ortiqcha iondan pH

Olimpiadada bu eng ko‘p xatoga sabab bo‘ladi.

4. Suyultirishda pH o‘zgaradi deb o‘ylash (tampon masalalarda)

Aslida tampon eritmada:

$$pH = pK_a + \log([A^-] / [HA])$$

Suyultirganda:

$$\begin{aligned}[A^-] &\rightarrow C_1 \cdot k \\ [HA] &\rightarrow C_2 \cdot k\end{aligned}$$

$\rightarrow$ nisbat o‘zgarmaydi $\rightarrow pH$ o‘zgarmaydi.

Bu 10-sinf darsligida aniq yozilgan, ammo ko‘pchilik unutadi.

5. “Zaif tuz” qaysi ion orqali gidrolizga uchrashini noto‘g‘ri aniqlash

To‘g‘ri mezon:

Ion turi	Gidroliz bormi?
Kuchli kislota anioni (Cl^- , NO_3^-)	Yo‘q
Kuchli asos kationi (Na^+ , K^+)	Yo‘q
Zaif kislotaning anioni (CH_3COO^-)	Bor (OH^- hosil qiladi)
Zaif asosning kationi (NH_4^+)	Bor (H^+ hosil qiladi)

Ko‘p xatolardan biri — har qanday tuz gidrolizga uchraydi deb o‘ylash.

6. K_a va K_b bir-biriga bog‘liqligini unutish

Olimpiadada eng ko‘p talab qilinadigan bog‘lanish:

$$K_a \cdot K_b = K_w$$

(25°C da $K_w = 1.0 \cdot 10^{-14}$)

Ko'pchilik K_a berilganida K_b ni chiqarishni unutadi.

7. pH va pOH ni aralashtirish

$$\begin{aligned} pH + pOH &= 14 \\ (H^+) &= 10^{-pH} \\ (OH^-) &= 10^{-pOH} \end{aligned}$$

Ko'p xato:

pH berilganida to'g'ridan-to'g'ri (OH^-) ni topishga urinadilar.

To'g'risi:

1. $pOH = 14 - pH$
2. $(OH^-) = 10^{-pOH}$

8. Tuz gidrolizida noto'g'ri ion tanlash

Misol: NH_4Cl

Ko'pchilik Cl^- gidroliz qiladi deb o'ylaydi.

To'g'risi: NH_4^+ gidroliz qiladi $\rightarrow H^+$ hosil bo'ladi $\rightarrow$ eritma kislotali.

9. pH ni hisoblashda lgarifmlarni noto'g'ri qo'llash

Masalan:

$(H^+) = 4 \cdot 10^{-4}$ bo'lsa:

$$\begin{aligned} pH &= -\lg(4 \cdot 10^{-4}) \\ &= -(\lg(4) + \lg(10^{-4})) \\ &= -(\lg(4) - 4) \\ &= 4 - \lg(4) \end{aligned}$$

$$\lg(4) \approx 0.60 \rightarrow pH \approx 3.40$$

Ko'pchilik 4.0 deb xato qiladi.

10. Konsentratsiya o'zgarishlarini hajm hisobiga to'g'ri kiritmaslik

Aralashtirish masalalarida:

$$C_{yangi} = (C_1 \cdot V_1 + C_2 \cdot V_2) / (V_1 + V_2)$$

Agar shu qadam tenglamaga kiritilmasa, keyingi hisoblar 100% noto'g'ri chiqadi.

Bu ayniqsa tampon, gidroliz, pH topish masalalarida katta xatolik qiladi.

11. Kvadrat tenglama ishlatish kerak bo'lganda ishlatmaslik

Agar:

$x \approx C_0$ emas

yoki

$x \approx$ katta miqdor

bo'lsa, soddalashtirish noto'g'ri natija beradi.

Bunday hollarda:

$$K_a = x^2 / (C_0 - x) \rightarrow x^2 + K_a \cdot x - K_a \cdot C_0 = 0$$

Kvadrat tenglama qo'llanadi.

12. Kuchli elektrolitlar uchun muvozanat yozish xatosi

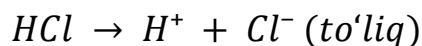
Kuchli kislotalar: HCl, HNO_3, H_2SO_4

Kuchli asoslar: $NaOH, KOH$

Ular to'liq ionlashadi.

Ko'pchilik ular uchun muvozanat tenglamasi yozadi — bu xato.

To'g'risi:



K_a yo'q, muvozanat yo'q.

13. H_2O ni faoliyat (faol) sifatida 1 deb olmaslik

Gidroliz va dissotsiatsiya muvozanatlarida suvning konsentratsiyasi o'zgarmaydi.

Har doim:

$$(H_2O) = 1$$

Bu xato darslikda ham ogohlantiriladi.

14. Tampon eritmada pH ni hisoblashda noto'g'ri nisbat olish

$$pH = pK_a + \lg([A^-] / [HA])$$

Ko'pchilik $[HA] / [A^-]$ deb teskari yozadi.

Bu pH ni 1–2 birlik noto'g'ri chiqaradi — juda katta xato.

15. Kuchsiz elektrolitlarda ion kuchi va faoliyatni hisobga olmaslik

Olimpiadada ayrim masalalarda “aralashma suyultirilsa pH o'zgaradimi?” degan savol keladi.

Kuchsiz elektrolitlarda ion kuchi kamayishi bilan dissotsiatsiya ortadi.