

ПУФЕРИ

Проф. Соња Топузовска

ЦЕЛИ:

- ✓ На крај од ова предавање студентите треба да:
- ✓ Разберат што се пуфери
- ✓ Како пуферите го регулираат pH
- ✓ Да ја разберат употребата на Henderson-Hasselbalch равенка за пресметување на промените на pH како резултат на промените на алкалната и киселата компонента на пуферот
- ✓ Да знаат што е пуферски капацитет
- ✓ Да ги набројат факторите кои го детерминираат pH на крвта и да знаат како тие го прават тоа
- ✓ Да знаат што е ацидоза и алкалоза и како се компензираат со помош на пуферите на плазмата



[H⁺]

Основни концепти и дефиниции

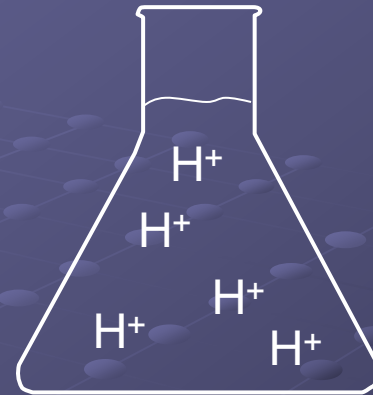
pH

- Концентрација на водородни јони претставува бројот на грам-еквиваленти водород во 1 литар раствор.
- Sorensen во 1909 година предложил концентрацијата на водородни јони да се означи со терминот pH кој го дефинирал како негативен логаритам од концентрацијата на водород :

$$\text{pH} = - \log [\text{H}^+]$$

Основни концепти и дефиниции:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

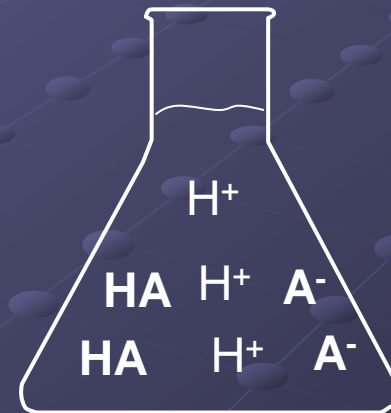
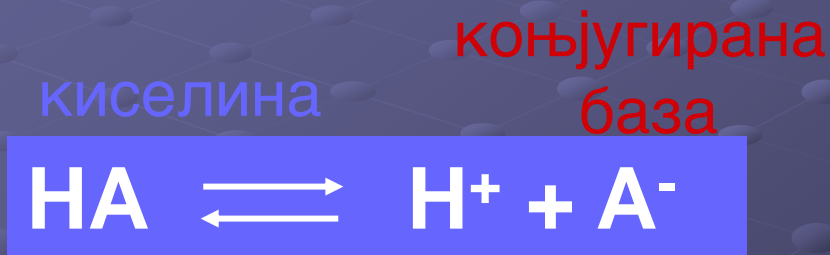


- $\text{pH } 7.0 = 10^{-7}\text{M H}^+$
- $\text{pH } 8.0 = 10^{-8}\text{M H}^+$
- Нормално pH на крвта е $7.4 = 10^{-7.4}\text{M H}^+$
- pH вредности од 6.8 и 7.8 ќе доведат до смрт

Основни концепти и дефиниции:

Киселини: хемиски соединенија кои може да донираат протони (H⁺)

Бази: хемиски соединенија кои може да акцептираат протон (H⁺)



Константа на еквилибриум (дисоцијација) за ацидо-базна реакција



$$\frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = K_a$$

$$[\text{H}^+] = K_a \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]}$$

$$-\log [\text{H}^+] = -\log K_a - \log \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

● **pK** е негативен \log од константата на дисоцијација и претставува она **pH** на растворот при кое половина од киселината е дисоцирана.

ПУФЕРИ

- Раствори на слаби киселини и нивните коњугирани бази или слаби бази и нивните коњугирани киселини
- Раствори кои покажуваат својство да се спротивставуваат на промените на рН кога ќе им се додаде киселина или база
- Пуферирање, пуферно дејство - тенденција на еден раствор после додавање на јака киселина [H^+] или јака база [OH^-] ефикасно да се спротивставува на промената на рН на растворот

H_2O (pH 7)

● + 0,01 mol HCl = pH 2 (5 единици)

● + 0,01 mol NaOH = pH 12 (5 единици)

$\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ (pH 4,74)

● + 0,1 mol NaOH = pH 4,83 (0,09 единици)

● Кисели пуферски раствори:

- рН под 7
- слаба киселина и една од нејзините соли

● Базни пуферски раствори:

- рН над 7
- слаба база и една од нејзините соли

Коњуигирани киселинско-базни парови

Кисела компонента	Базна компонента
CH_3COOH	CH_3COO^- (CH_3COONa)
H_2PO_4^-	HPO_4^{2-}
NH_4^+ (NH_4Cl)	NH_3
H_2CO_3	HCO_3^- (Na_2CO_3)

Како функционира кисел пуфер



● додавање на киселина



● додавање на алкалија



Како функционира базен пуфер



● додавање на киселина



● додавање на алкалија



Концентрацијата на H^+ јони може да се пресмета од константата на дисоцијација



$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} \quad ; \quad K_a - \text{константа на дисоцијација}$$

$$[H^+] = K_a \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]}$$

$$-\log [H^+] = -\log K_a - \log \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]}$$

HENDERSON-HASSELBACH-OVA РАВЕНКА

(- log [H⁺]) претставува pH

$$\text{pH} = \text{pKa} - \log \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

- Со инверзија на компонентите на киселинско-базниот пар во количникот го избегнуваме знакот минус и доаѓаме до Henderson-Hasselblch-овата равенка:

$$\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

pK

- pK вредноста на киселината е еднаква на pH вредноста на пуферот кога концентрациите на неговата кисела и базна компонента се еднакви т.е. односот на нивните концентрации е 1.

$$\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{5}{5} \quad (\log 1 = 0)$$

$$\text{pH} = \text{pKa}$$

Коњуигирани киселинско-базни парови

Кисела компонента	pK на киселината
CH_3COOH	4,76
H_2PO_4^-	6,86
NH_4^+	9,25
H_2CO_3	3,77

● Henderson-Hasselblch-овата равенка ни овозможува:

- Да се пресмета pH на пуферот ако е даден односот на моларните концентрации на компонентите и pK на киелината.
- Да се пресмета pK на киселината ако е познат односот на моларните концентрации на компонентите на пуферот и pH на пуферот.
- Да се пресмта односот на моларните концентрации на компонентите ако се дадени pK и pH на пуферот.

Пресметување на рН

- $pK=4,76$
- $CH_3COONa = 0,2 \text{ mol/l}$
- $CH_3COOH = 0,1 \text{ mol/l}$

$$pH = pK_a + \log \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

$$pH = 4,76 + \log \frac{0,2}{0,1}$$

$$pH = 4,76 + 0,301$$

$$pH = \mathbf{5,06}$$

Пресметување на рК

- pH=4,8
- CH₃COONa = 0,010 mol/l
- CH₃COOH = 0,087 mol/l

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

$$\text{pK} = \text{pH} - \log \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

$$\text{pK} = 4,8 - \log \frac{0,087}{0,010} = 4,8 - \log 8,7$$

$$\text{pK} = 4,8 - 0,94 = \mathbf{3,86}$$

Пресметување на односот на моларните концентрации на компонентите

- pH = 5,3
- pK = 4,76

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

$$\log \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \text{pH} - \text{pK}$$

$$\log \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 5,30 - 4,76 = 0,54$$

$$\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \text{antilog } 0,54 = \mathbf{3,47}$$

ПУФЕРСКИ КАПАЦИТЕТ И ПУФЕРСКА ЗОНА

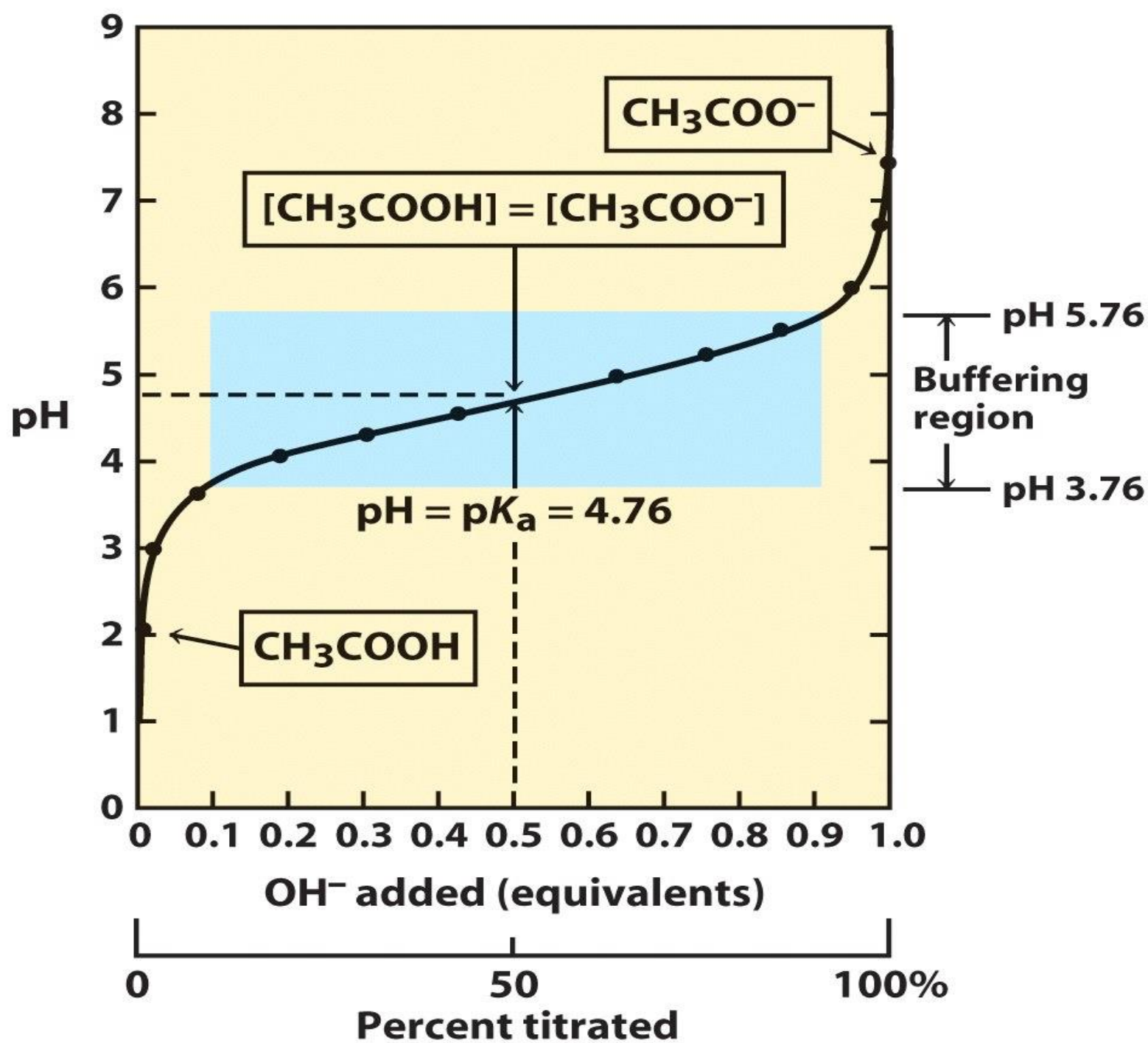
- Способноста на еден пуфер да се спротивставува на промените на рН, наречен **пуферски капацитет**
- Зависи од **апсолутните количини** на компонентите кои влегуваат во неговиот состав и од **односот на компонентите**
- Максимален пуферски капацитет кога $pK = pH$ (**оптимална рН**)
- Најефективни се пуферите во регионот на $pK \pm$ една рН единица - **пуферска зона**

Кој пуфер има поголем капацитет?

1. Пуфер со концентрација на компоненти $0,1 \text{ mol/L}$
2. Пуфер со концентрација на компоненти $0,2 \text{ mol/L}$

Кој пуфер има поголем капацитет?

1. Пуфер со однос на компоненти 1:1
2. Пуфер со однос на компоненти 1:2
3. Пуфер со однос на компоненти 1:4



Како се менува рН на пуферот при додавање алкалија

- $\text{CH}_3\text{COOH} = \text{CH}_3\text{COO}^- = 1,0 \text{ mol/L}$
- $+ 0,1 \text{ mol/L OH}^-$

$$\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{1,0 + 0,1}{1,0 - 0,1} = 1,22$$

$$\log 1,22 = 0,09$$

$$\text{pH} = 4,74 + 0,09 = 4,83$$

Како се менува рН на пуферот при додавање киселина

- $\text{CH}_3\text{COOH} = \text{CH}_3\text{COO}^- = 1,0 \text{ mol/L}$
- $+ 0,1 \text{ mol/L H}^+$

$$\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{1,0 - 0,1}{1,0 + 0,1} = 0,82$$

$$\log 0,82 = - 0,09$$

$$\text{pH} = 4,74 - 0,09 = 4,65$$