

ПУФЕРИ ВО БИОЛОШКИТЕ СИСТЕМИ

Проф. Соња Топузовска

рН НА КРВТА 7,35 - 7,45

● КИСЕЛИ МЕТАБОЛИТИ:

- 20 mol H_2CO_3 :

 - $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

- ОРГАНСКИ КИСЕЛИНИ:

 - МЛЕЧНА КИСЕЛИНА

 - КЕТО ТЕЛА

- НЕОРГАНСКИ КИСЕЛИНИ (40 -80 mmol):

 - СУЛФУРНА КИСЕЛИНА

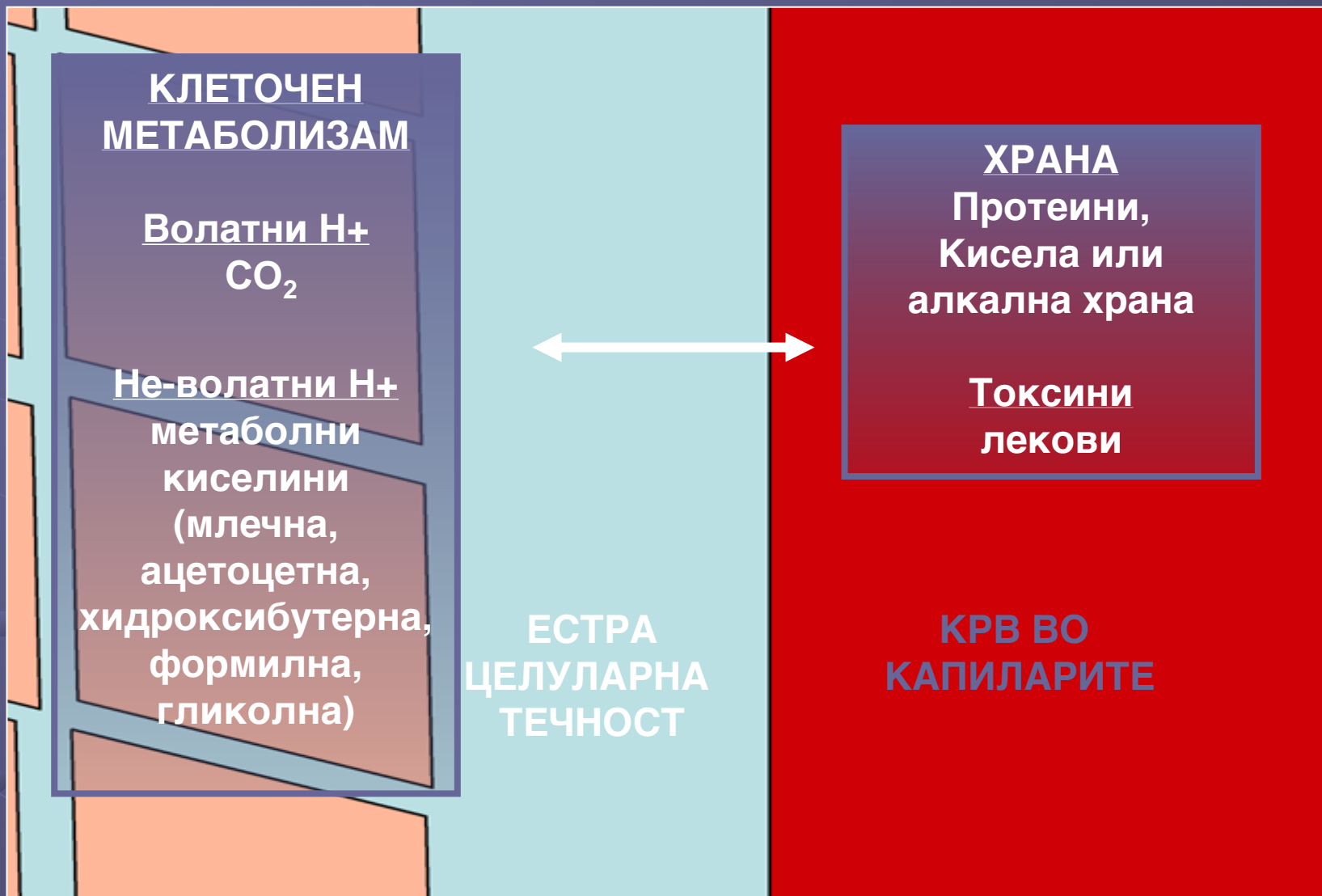
 - ФОСФОРНА КИСЕЛИНА

● БАЗНИ МЕТАБОЛИТИ:

- NH_3

- ИНГЕСТИЈА НА АЛКАЛНИ СУПСТАНЦИИ

ИЗВОРИ НА КИСЕЛИ ИЛИ АЛКАЛНИ СУПСТАНЦИИ



” -ОЗА”: Го опишува процесот

✓ Ацидоза: ($\text{pH} < 7.35$)

Вишок на кисели продукти или намалена количина на алкални супстанции

✓ Алкалоза: ($\text{pH} > 7.45$)

Вишок на алкални супстанции или намалена количина на кисели супстанции

✓ pH под 6.8 или над 7.8 се граници инкопатибилни со живот

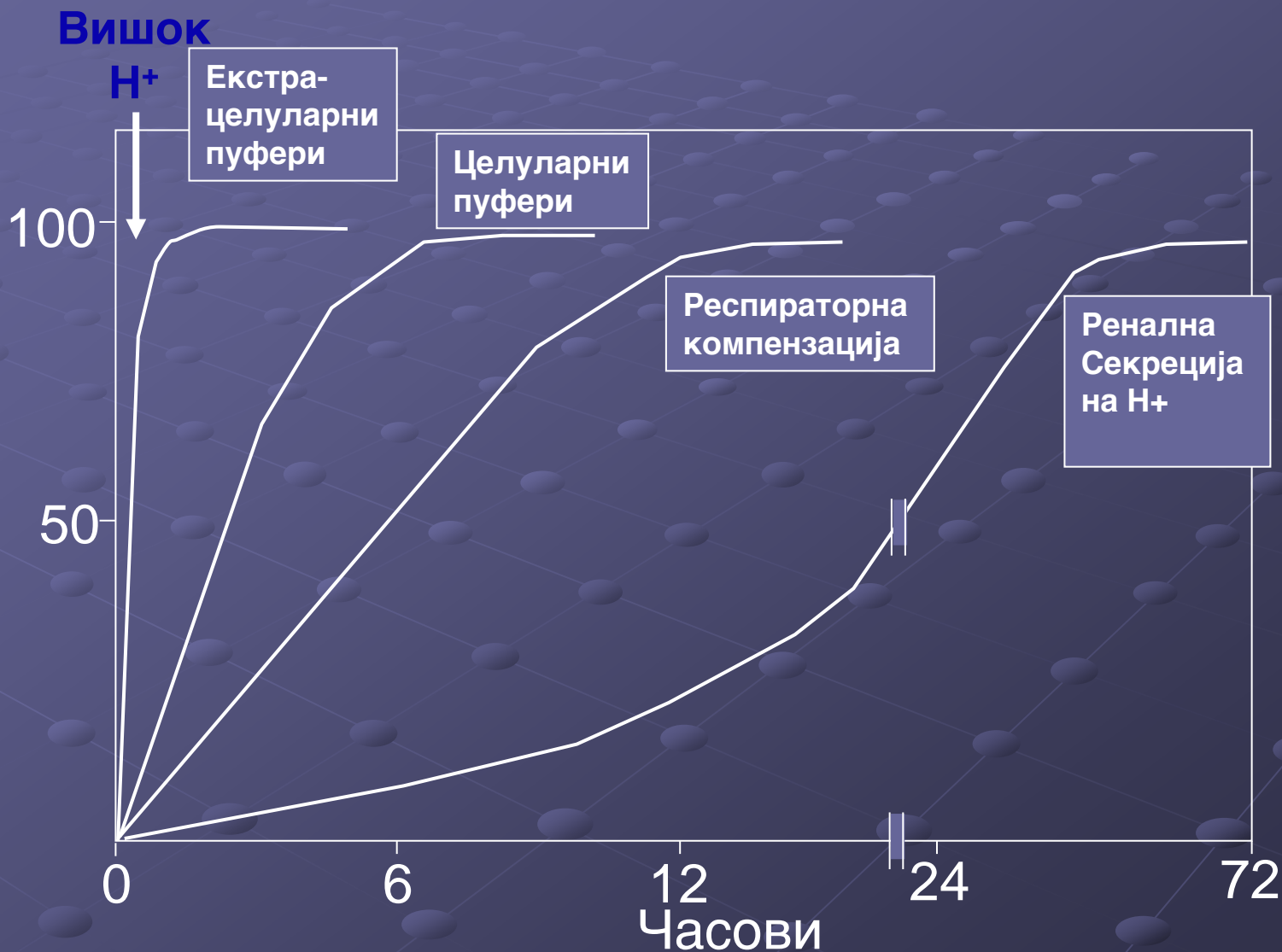
ОДРЖУВАЊЕ НА pH

- Дехидрогенација → NAD, NADP → H₂O + ATP
- Разређување на H⁺ во вкупниот волумен на телесна течност
- Други системи

РЕГУЛАЦИЈА НА АЦИДО-БАЗНАТА РАМНОТЕЖА

- ПУФЕРНИ СИСТЕМИ 80% - МОМЕНТАЛНО
- РЕСПИРАТОРЕН СИСТЕМ 10% - 1 ДО 3 МИН.
- БУБРЕЗИ 10% - 1 ДО 2 ЧАСА

Време потребно за компензација на ацидозата
пуфери , респираторна
и ренална компензација на вишокот киселини



ПУФЕРНИ СИСТЕМИ

● ПУФЕРИ НА ПЛАЗМАТА И КЛЕТКИТЕ:

- БИКАРБОНАТЕН ($\text{NaHCO}_3 / \text{H}_2\text{CO}_3$);

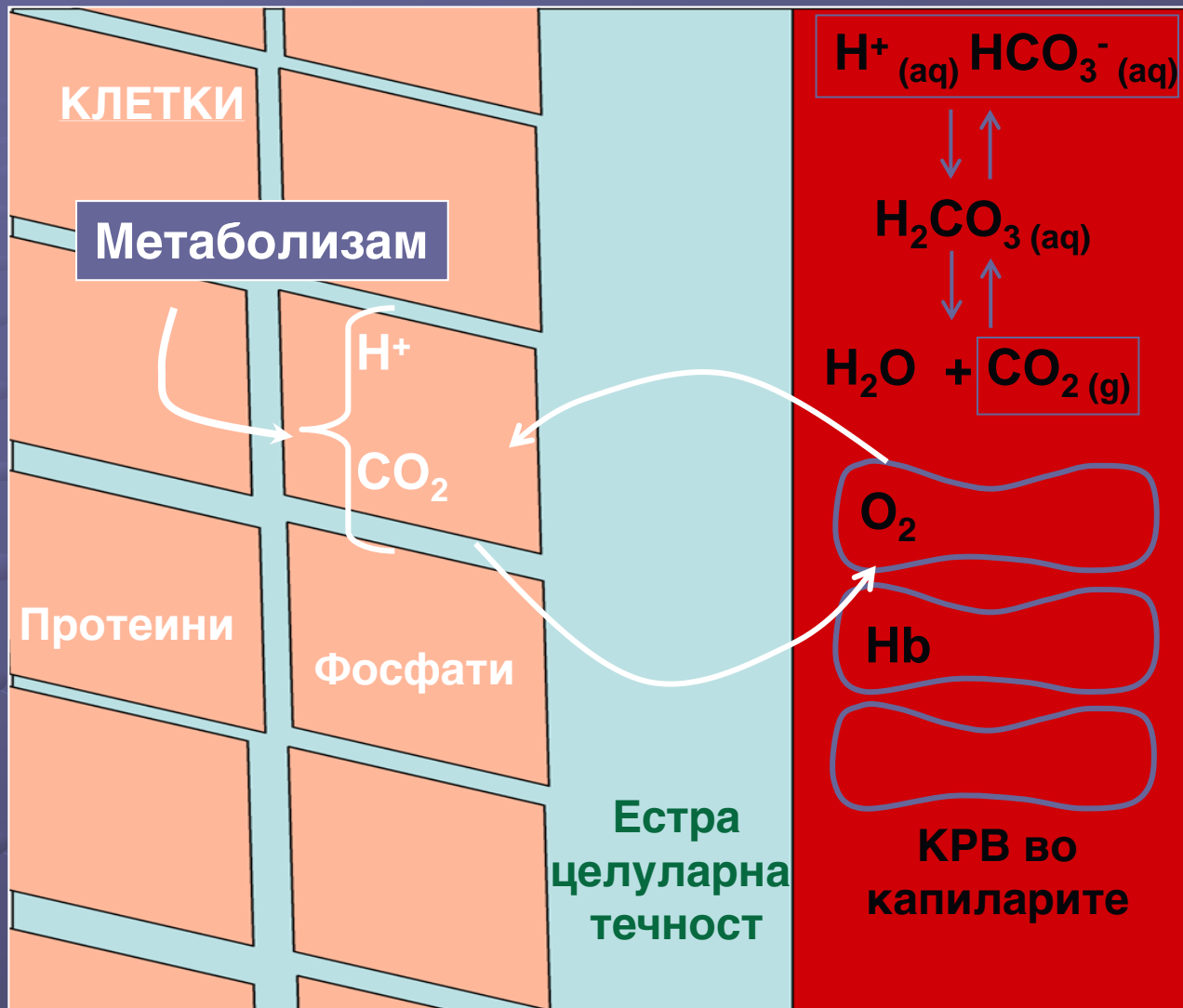
- ФОСФАТЕН ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 / \text{NaH}_2\text{PO}_4$);

- ПРОТЕИНСКИ - ВО КЛЕТКИТЕ

● ПУФЕР НА ЕРИТРОЦИТИТЕ:

- ХЕМОГЛОБИНСКИ

Пуферни системи



БИКАРБОНАТЕН ПУФЕР

- НАЈВАЖЕН ПУФЕРСКИ СИСТЕМ НА ПЛАЗМАТА ($\text{H}_2\text{CO}_3:\text{HCO}_3^-$)



$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]}$$

- $\text{pK} = 6.33$ за однос 1:1
- $\text{NaHCO}_3 : \text{H}_2\text{CO}_3 = 20:1$

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} = 6.33 + \frac{20}{1} = 6.33 + \log 20 = 7.4$$

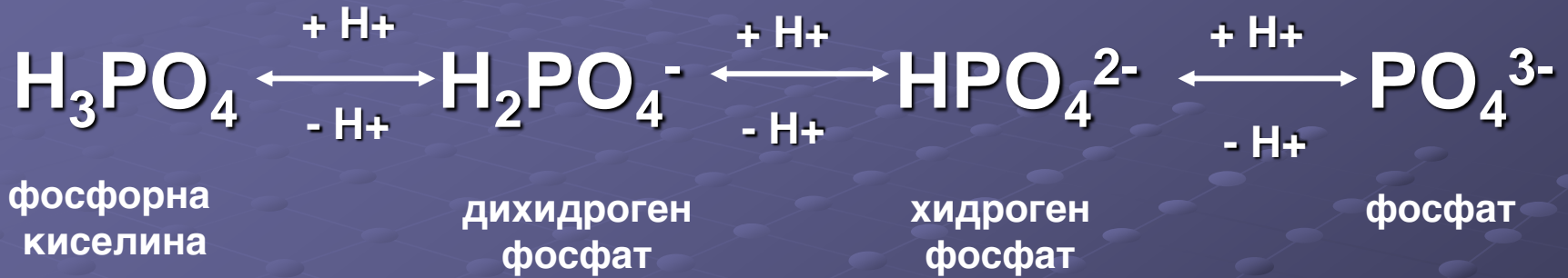
КАКО ФУНКЦИОНИРА БИКАРБОНАТНИОТ ПУФЕР



- Вишокот CO_2 се елиминира преку белите дробови, а вишокот HCO_3^- се елиминира преку бубрезите

- КОНЦЕНТРАЦИЈА НА HCO_3^- , ОДНОСНО CO_2 ВО ПЛАЗМАТА СЕ НАРЕКУВА АЛКАЛНА РЕЗЕРВА (24-32 mmol/L)

ФОСФАТЕН ПУФЕР



ФОСФАТЕН ПУФЕР

- НАЈВАЖЕН ПУФЕРСКИ СИСТЕМ ВО КЛЕТКИТЕ (H_2PO_4^- : HPO_4^{2-})
- $\text{H}_2\text{PO}_4^- \rightarrow \text{KH}_2\text{PO}_4$ во клетките; NaH_2PO_4 во плазмата)
- $\text{HPO}_4^{2-} \rightarrow \text{K}_2\text{HPO}_4$ во клетките; Na_2HPO_4 во плазмата)
- $\text{H}_2\text{PO}_4^- \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HPO}_4^{2-}$
- $\text{pK} = 6.8$ за однос 1:1
- $\text{H}_2\text{PO}_4^- : \text{HPO}_4^{2-} = 1:1$ (во плазмата)

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]} = 6.8 + \log 1 = 6.8$$

- Максимален пуферски капацитет во подрачје 6,2-8,2
- pH на интрацелуларната течност 6,9-7,4

КАКО ФУНКЦИОНИРА ФОСФАТНИОТ ПУФЕР

- додавање на киселина



- NaH_2PO_4 се отстранува со бубрезите

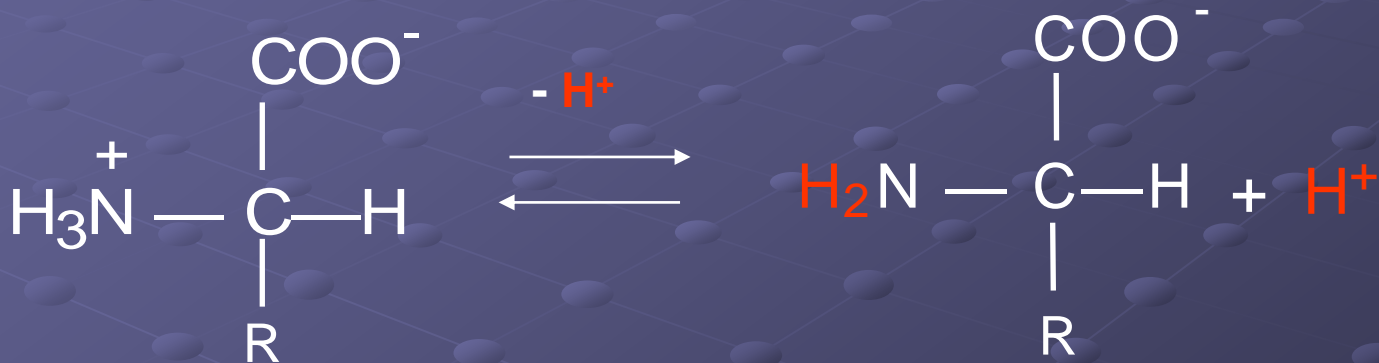


- додавање на алкалија

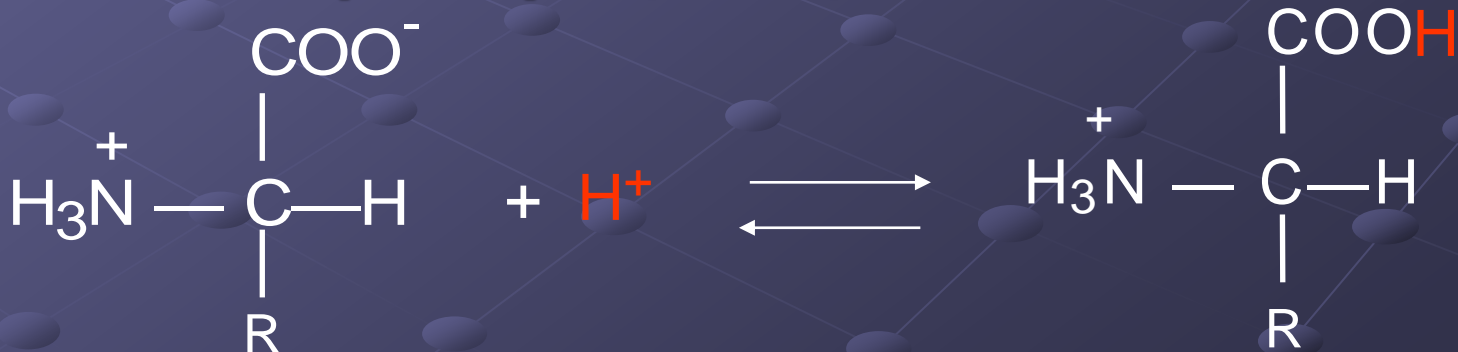


ПРОТЕИНИ КАКО ПУФЕРИ

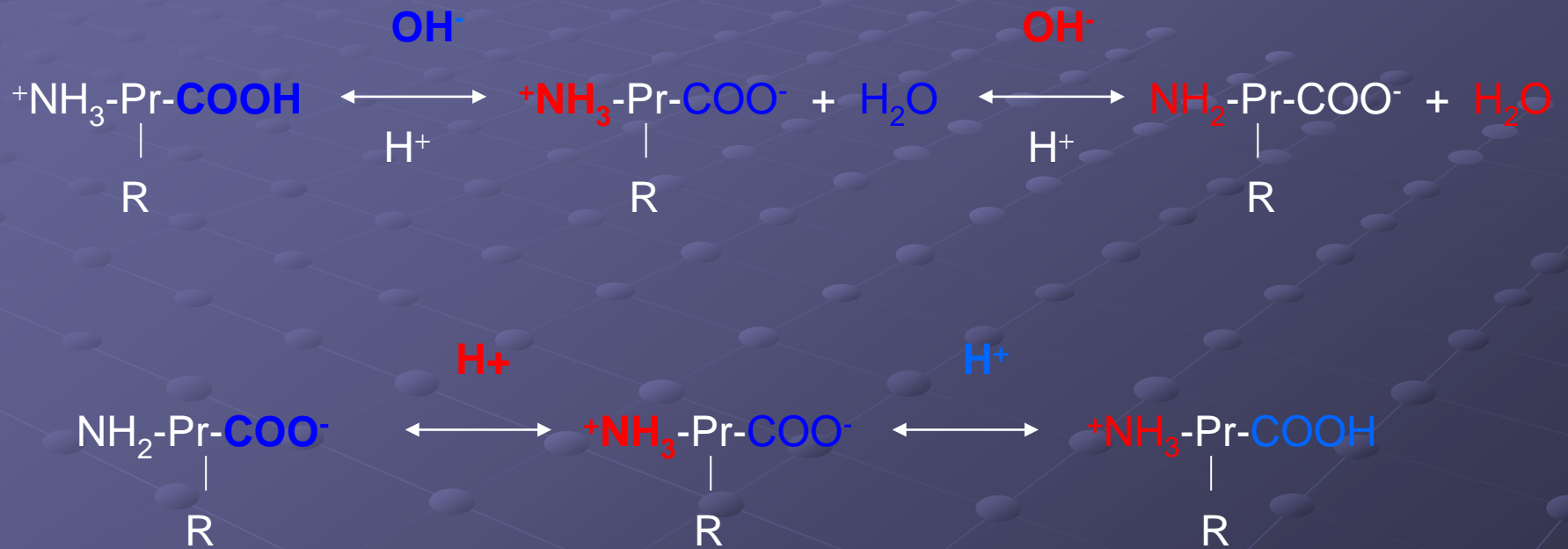
- Во воден раствор - диполарни јони
- Протон донори (киселини)



- Протон акцептори (бази)



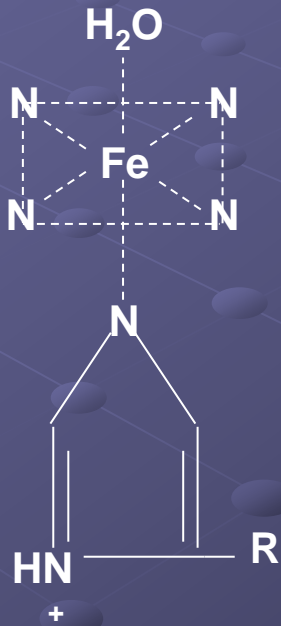
ПРОТЕИНИ КАКО ПУФЕРИ



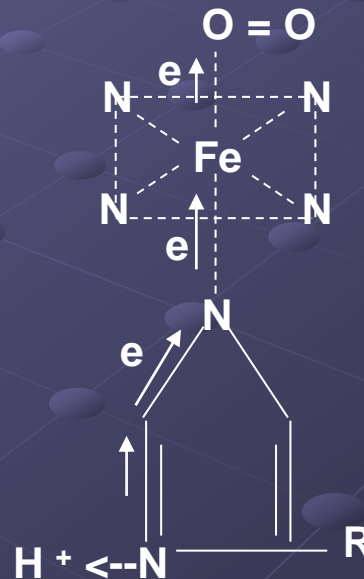
Амино киселини	pK ₁ -COOH	pK ₂ -NH ₃ ⁺	pK _R R grupa
Глицин	2.34	9.6	
Аланин	2.34	9.69	
Леуцин	2.36	9.60	
Серин	2.21	9.15	
Треонин	2.63	10.43	
Глутамин	2.17	9.13	
Аспарагинска кис.	2.09	9.82	3.86
Глутаминска кис.	2.19	9.67	4.25
Хистидин	1.82	9.17	6.0
Цистеин	1.71	10.78	8.33
Тирозин	2.20	9.11	10.07
Лизин	2.18	8.95	10.53
Аргинин	2.17	9.04	12.48

ХЕМОГЛОБИН КАКО ПУФЕР

- АМФОТЕРЕН КАРАКТЕР:
 - КИСЕЛИ КАРБОКСИЛНИ ГРУПИ
 - БАЗНИ: АМИНО, ИМИДАЗОЛНИ, ГВАНИДИНО
- ПРИ $\text{pH}=7,4$ ПУФЕРСКИОТ КАПАЦИТЕТ ЗАВИСИ ОД ДИСОЦИЈАЦИЈА НА ИМИДАЗОЛНИТЕ ГРУПИ



Редуциран Нб
 $\text{pK}=7,93$



Оксиран Нб
 $\text{pK}=6,68$

НАРУШУВАЊА НА АЦИДОБАЗНАТА РАМНОТЕЖА

- АЦИДОЗА ($\text{pH} < 7,35$)
 - МЕТАБОЛНА (НАМАЛЕНА КОНЦЕНТРАЦИЈА НА HCO_3^-)
 - РЕСПИРАТОРНА (ЗГОЛЕМЕНА КОНЦЕНТРАЦИЈА НА H_2CO_3)
- АЛКАЛОЗА ($\text{pH} > 7,45$)
 - МЕТАБОЛНА (ЗГОЛЕМЕНА КОНЦЕНТРАЦИЈА НА HCO_3^-)
 - РЕСПИРАТОРНА (НАМАЛЕНА КОНЦЕНТРАЦИЈА НА H_2CO_3)

➤ **Најважен начин за одржување на рН на крвта е од страна на растворените пуфери во крвта.**

➤ Другите органи помагаат во одржување на хомеостатската функција на пуферите.

➤ **Бубрезите помагаат во отстранување на киселите продукти од крвта**

➤ Тие ги отстрануваат од организмот H^+ јоните и другите компоненти на пуферите кои се во вишок. Ацидозата која е резултат на бубрежни заболувања се нарекува **метаболна ацидоза**. Сепак, екскрецијата со бубрезите е релативно бавен процес, и може да одземе многу време за превенирање на акутна ацидоза при ненадеен пад на рН (пр. при интензивен физички напор).

➤ **Белите дробови обезбедуваат побрза контрола на рН на крвта.**

➤ Тие помагаат во компензација на падот на рН со елиминирање на CO_2 , компонента на главниот рН пуфер на крвта. Ацидозата која е резултат на белодробни нарушувања резултира со помала елиминација на CO_2 од неговата продукција и доведува до **респираторна ацидоза**.