

ГАЗООБМЕН

- Диффузия
- свободных молекул газа (O_2 и CO_2)
- из области с высоким парциальным давлением в область с низким парциальным давлением

Основные показатели состояния газов в газовых смесях и жидкостях

- 1.** Процентный состав газовых смесей (%)
- 2.** Парциальное давление газа в газовых смесях и газа, растворённого в жидкости (мм **Hg**)
- 3.** Абсолютное содержание газа в жидкости (мл/л)

Процентный состав газовых смесей

ОТРАЖАЕТ ДОЛЮ КАЖДОГО ГАЗА В
ОБЩЕЙ ГАЗОВОЙ СМЕСИ
(но не концентрацию газа)

	O_2	CO_2	N_2
Атмосферный воздух	21%	0,04%	78% +примеси
Выдыхаемый воздух	16%	4%	75% +пары воды
Альвеолярный воздух	14%	5,5%	75% +пары воды

ПАРЦИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ ГАЗА В ГАЗОВОЙ СМЕСИ

- часть общего давления газовой смеси, которая приходится на долю каждого газа в соответствии с процентным составом смеси.

Парциальное давление O_2 в атмосферном воздухе:

атмосф.давл. = **760** мм рт.ст.

Парциальное давление кислорода

$P_{O_2} = 21\%$ от **760** = **159** мм рт.ст.

Парциальное давление O_2 и CO_2 в альвеолах лёгких:

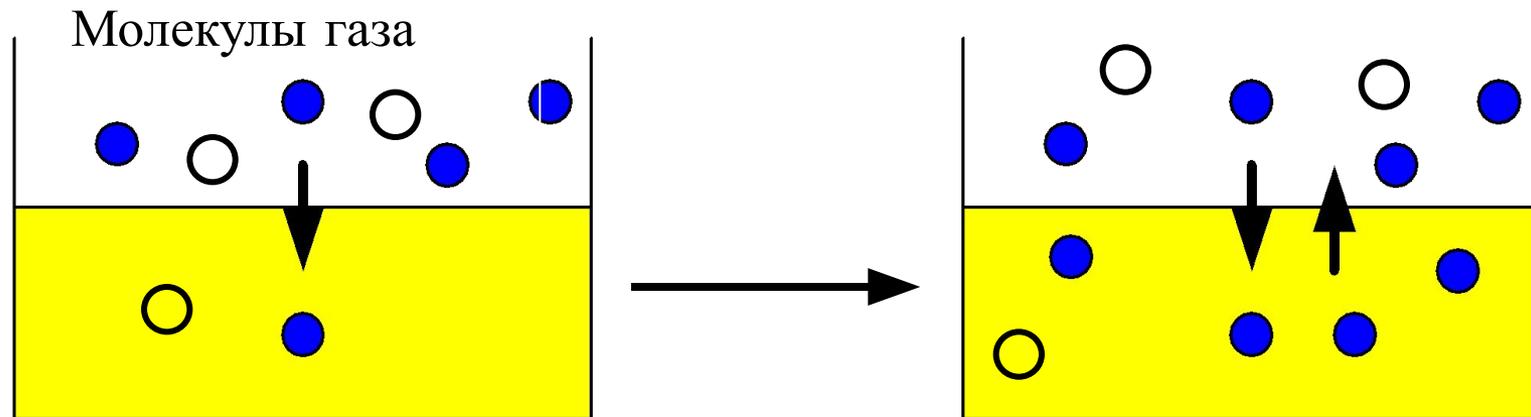
Общее давление газовой смеси в альвеолярном пространстве =

713 мм рт.ст.

$$760 - 47 \text{ (парц.давл. паров } H_2O) = 713$$

- $PO_2 = 14\%$ от **713** = **100** мм рт.ст.
- $PCO_2 = 5,5\%$ от **713** = **40** мм рт.ст.

Парциальное давление газов, растворенных в жидкостях



Газ растворяется в жидкости, пока парциальное давление газа в жидкости не станет таким же, как парциальное давление газа над жидкостью (состояние равновесия)

Разность парциальных давлений – движущая сила диффузии

- Если парц. давление газа над жидкостью увеличивается, газ дополнительно растворяется в жидкости (равновесие на более высоком уровне)
- Если парц. давление газа над жидкостью уменьшается, часть газа выходит из жидкости (равновесие на низком уровне)

ПАРЦИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ

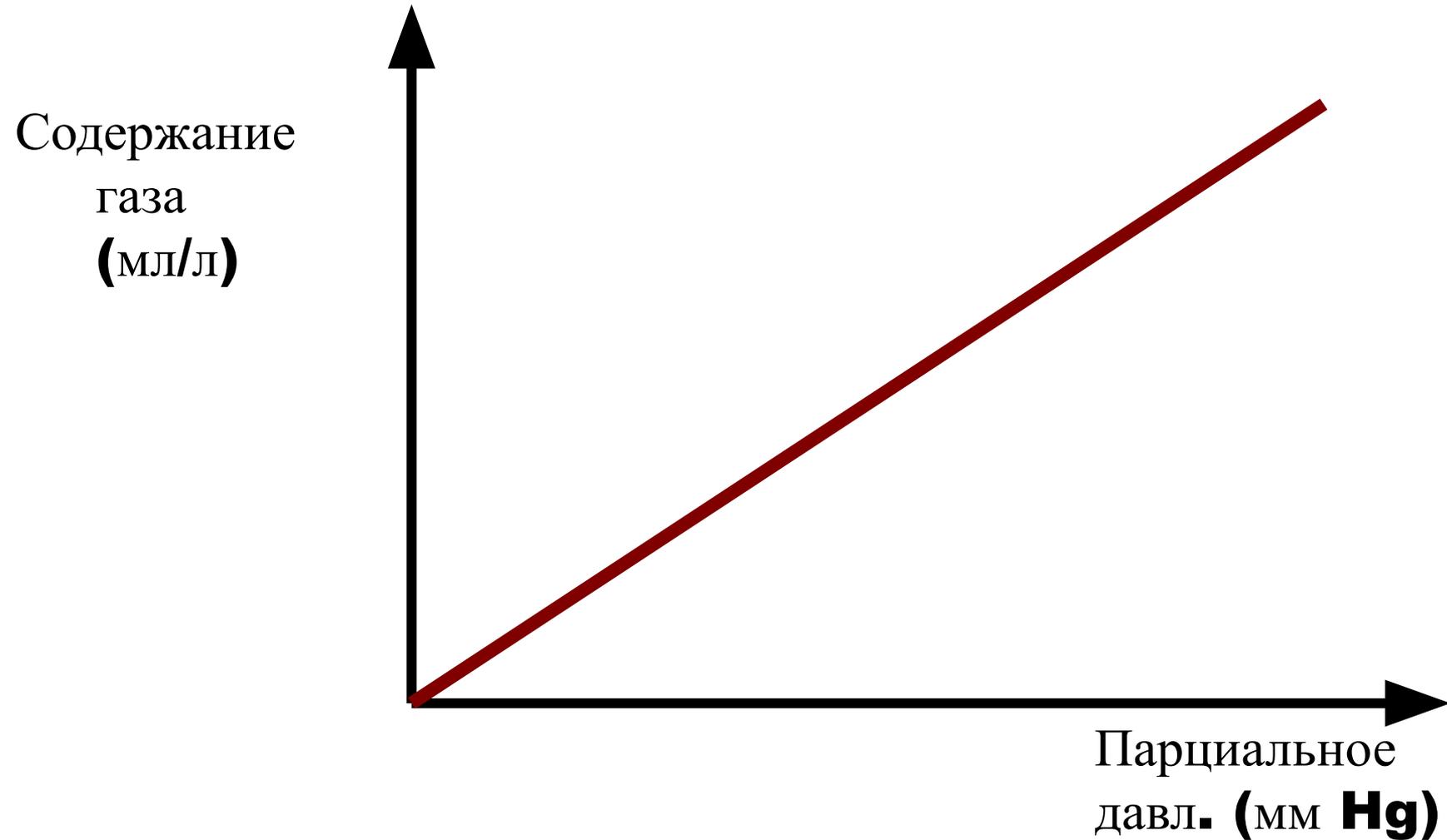
O_2 и CO_2 (мм рт.ст.)

ГАЗ	Альвео-лярный воздух	Артери-альная кровь	Венозная кровь
O_2	100	100	40
CO_2	40	40	46

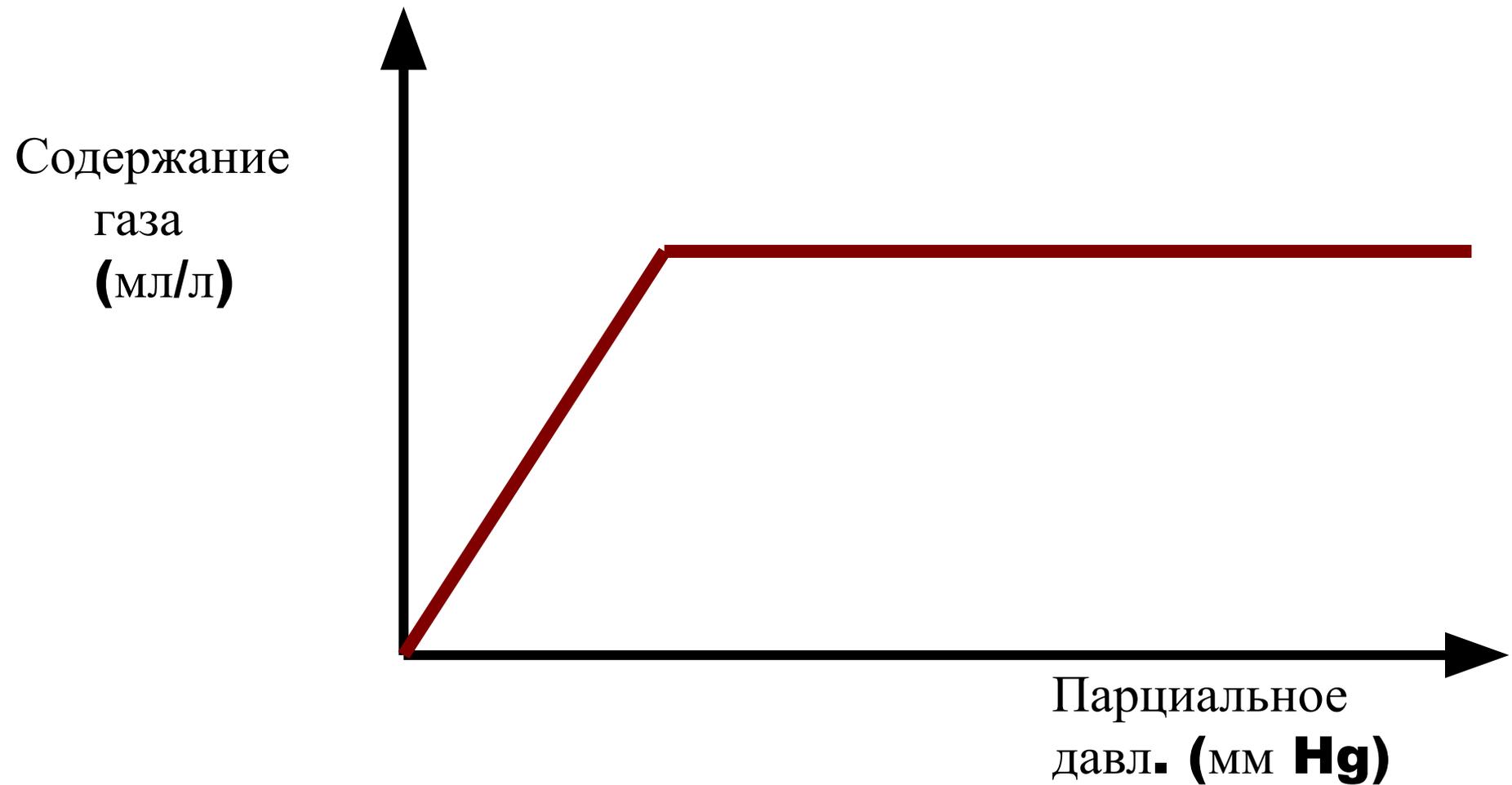
АБСОЛЮТНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ГАЗОВ В ЖИДКОСТЯХ (мл/л)

- 1.** Физически растворённый
- 2.** Химически связанный

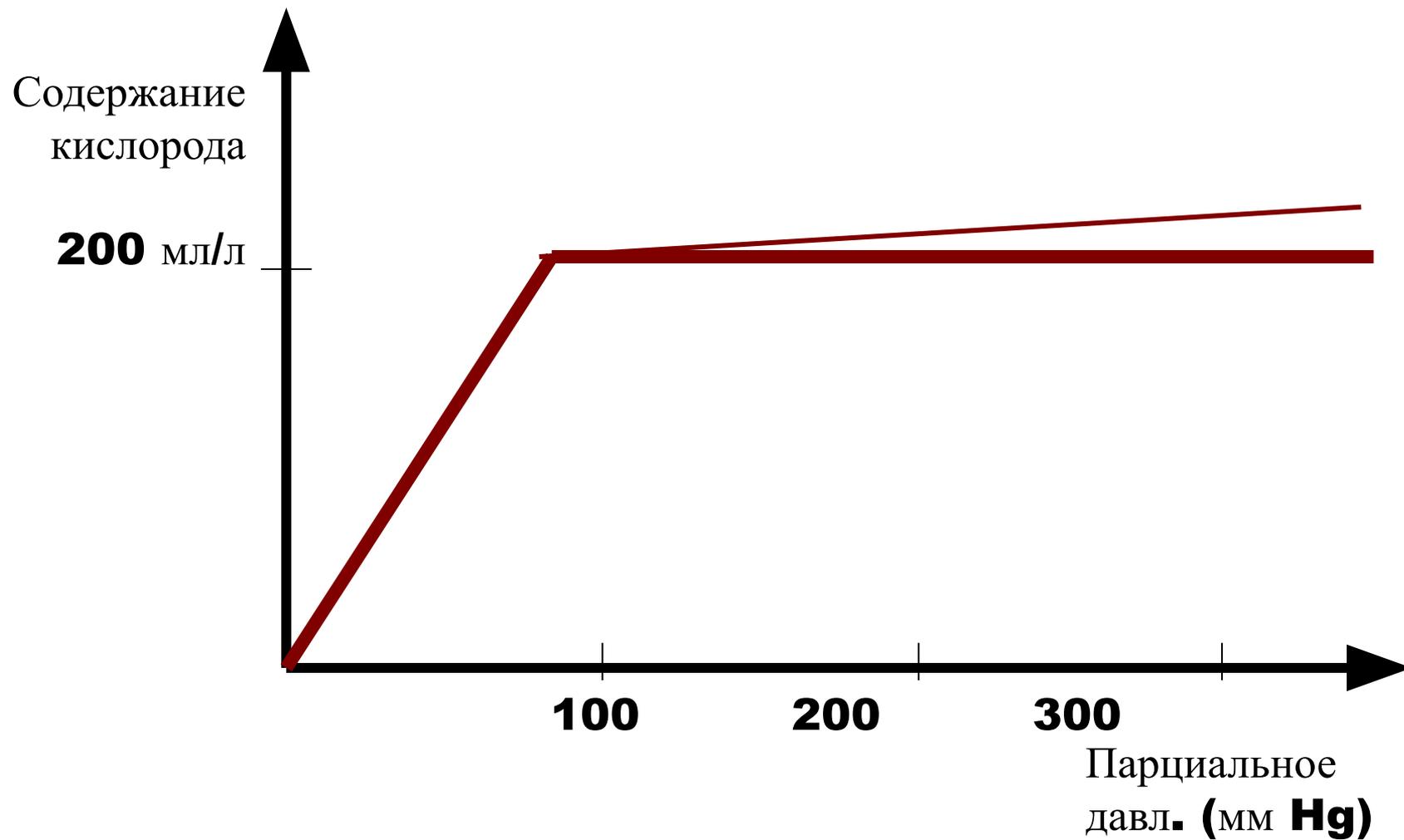
ГАЗ, ФИЗИЧЕСКИ РАСТВОРЕННЫЙ В ЖИДКОСТИ



ГАЗ, ХИМИЧЕСКИ СВЯЗАННЫЙ В ЖИДКОСТИ



Содержание кислорода в артериальной крови



% состав газовой смеси

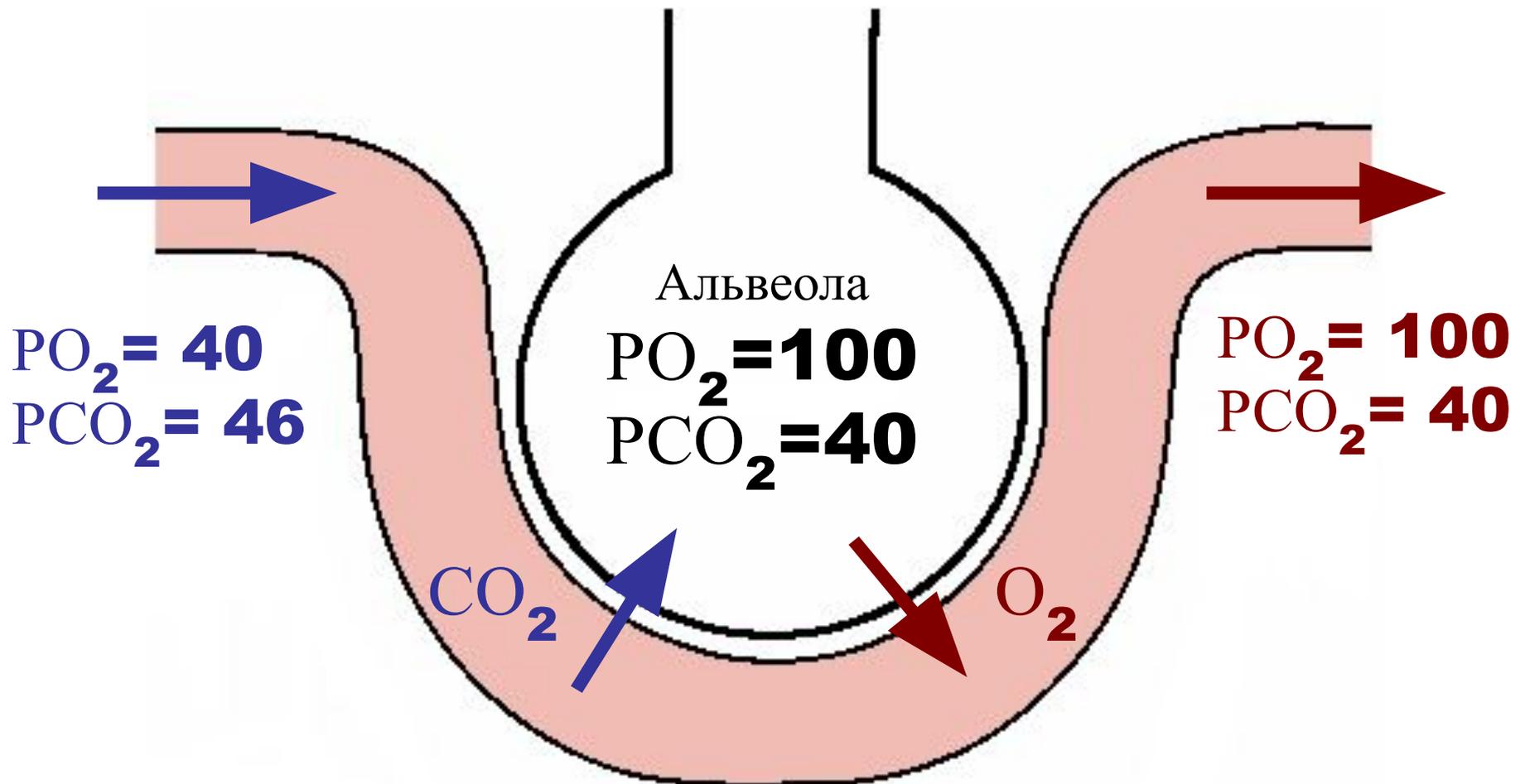
Парциальное давление газа в газовой смеси (мм Hg)



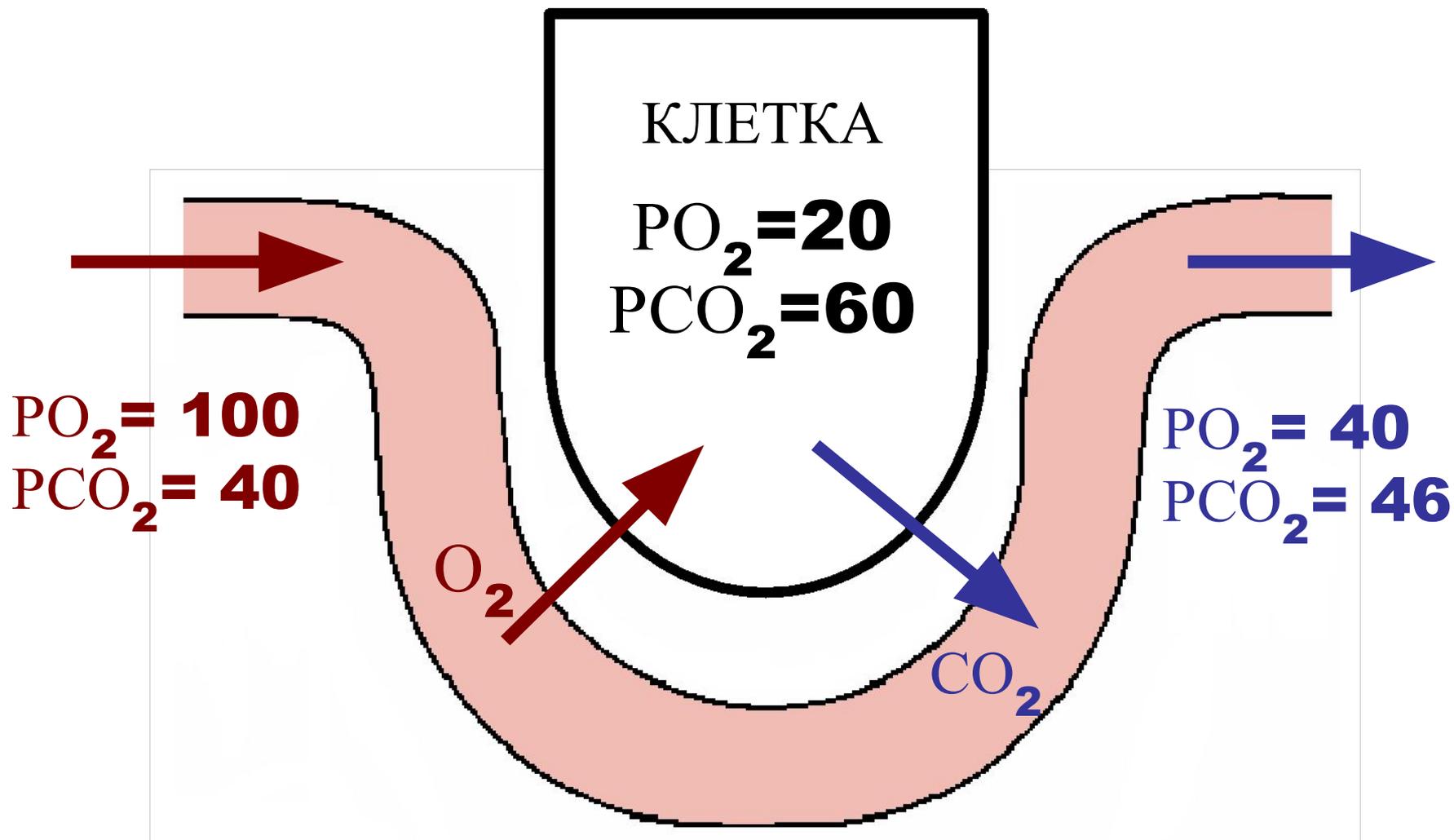
Парциальное давление газа, растворенного в жидкости (мм Hg)

**Абсолютное содержание газа
в жидкости (мл/л)**

ГАЗООБМЕН В ЛЁГКИХ



ГАЗООБМЕН В ТКАНЯХ



ТРАНСПОРТ O_2 КРОВЬЮ

	артериаль-ная кровь	венозная кровь
физически Растворён.	3 мл/л	▼
ХИМИЧЕСКИ связанный	197 мл/л	▼
ВСЕГО	200 мл/л	150 мл/л

АРТЕРИО-ВЕНОЗНАЯ РАЗНИЦА ПО КИСЛОРОДУ

$$O_2(a-v) = 200 - 150 = 50 \text{ мл/л}$$

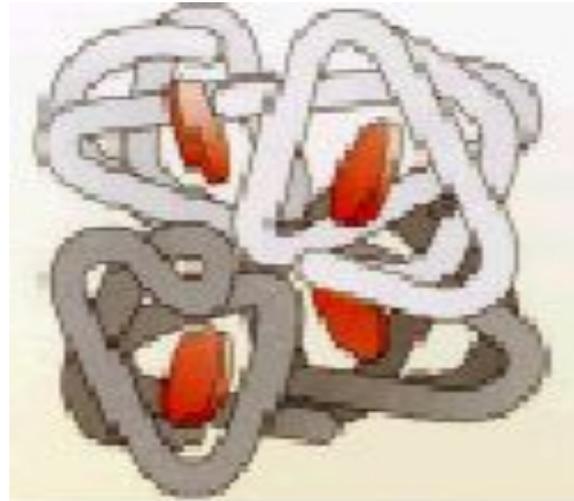
- Это значит, что ткани в покое потребляют **50** мл O_2 из **1** л протекающей артериальной крови.
- При физической нагрузке ткани потребляют больше кислорода, например:

$$O_2(a-v) = 200 - 120 = 80 \text{ мл/л}$$

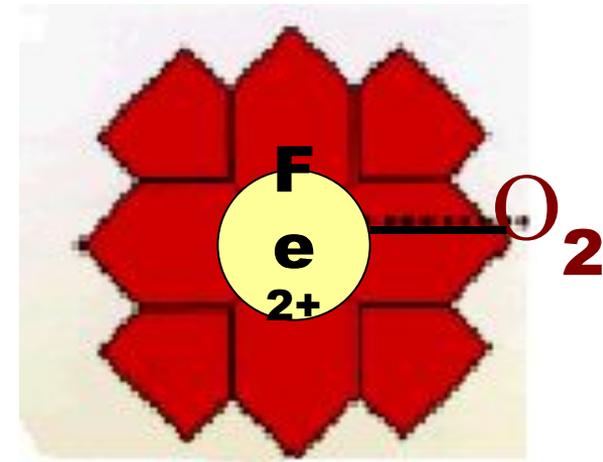
ГЕМОГЛОБИН – ГЛАВНЫЙ ПЕРЕНОСЧИК O_2



ЭРИТРОЦИТ

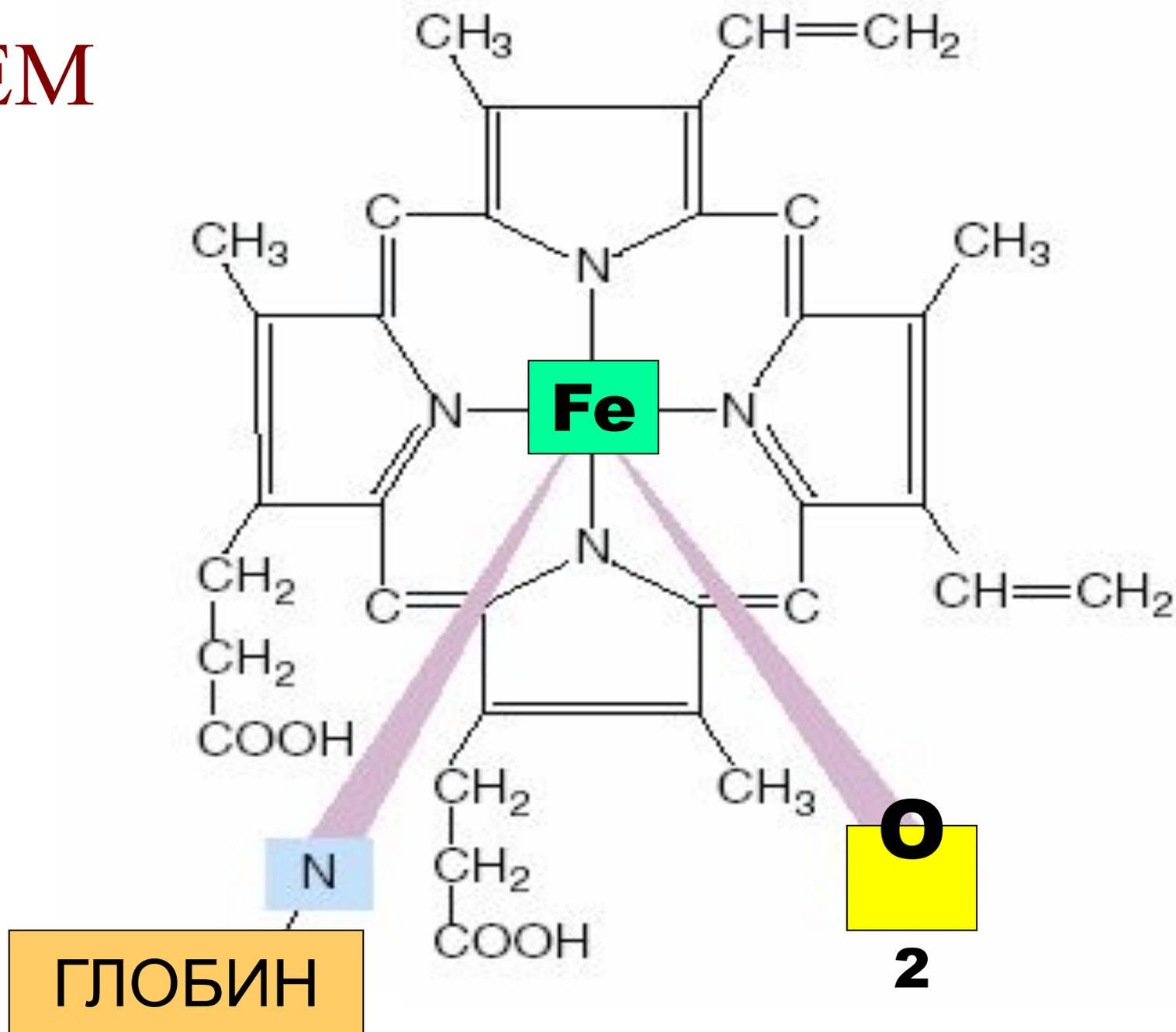


ГЕМОГЛОБИН

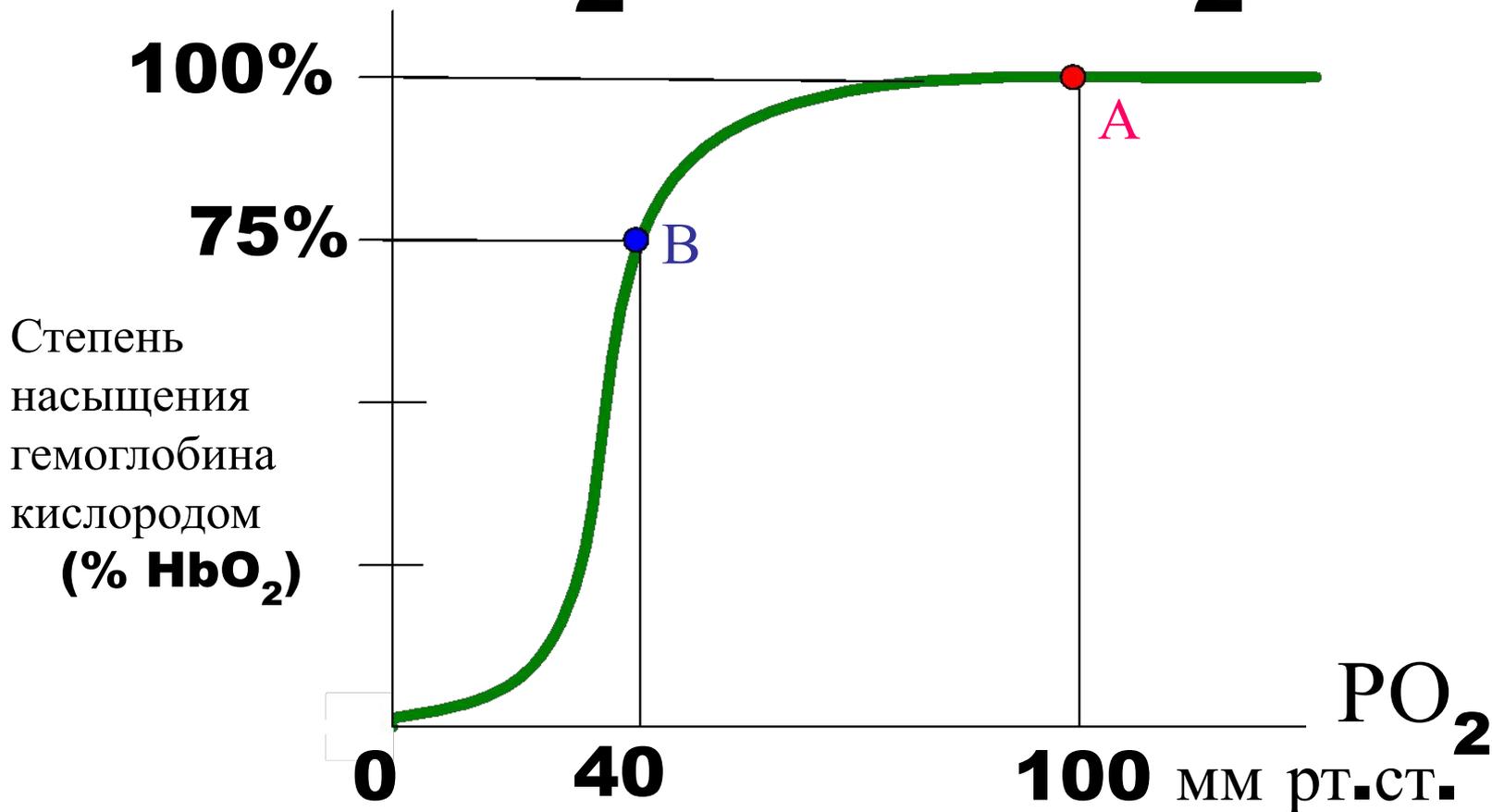


ГЕМ

ГЕМ



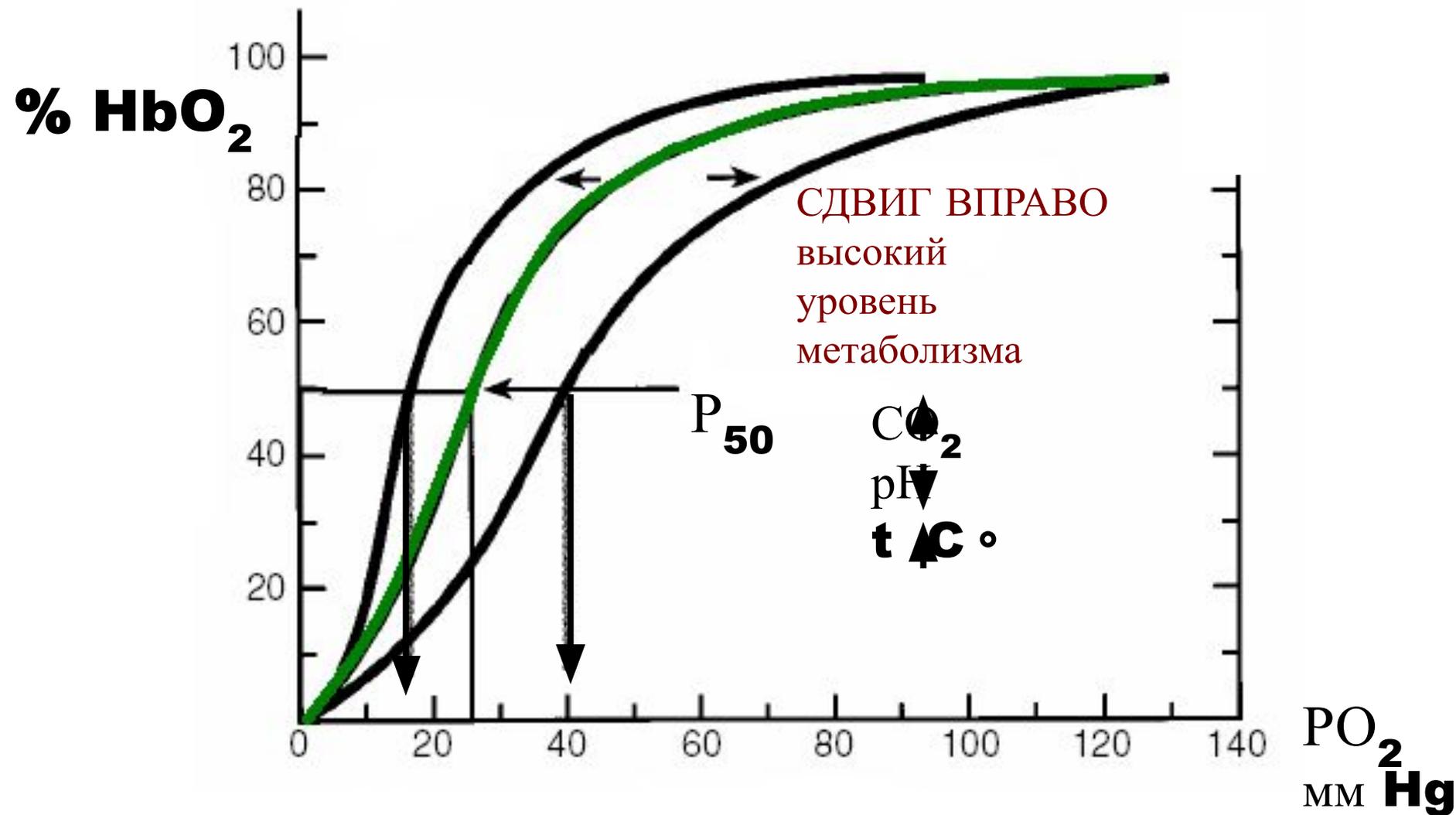
КРИВАЯ ДИССОЦИАЦИИ ОКСИГЕМОГЛОБИНА



НАСЫЩЕНИЕ ГЕМОГЛОБИНА КИСЛОРОДОМ ЗАВИСИТ ОТ PO_2

- насыщение гемоглобина кислородом (% оксигемоглобина):
 - На уровне моря **96%**
 - На высоте **2** км **96%**
 - На высоте **3,5** км **80%**
 - На высоте **5** км **50%**
- Сознание у человека сохраняется, пока насыщение гемоглобина кислородом в артериальной крови не снизится до **50%.**

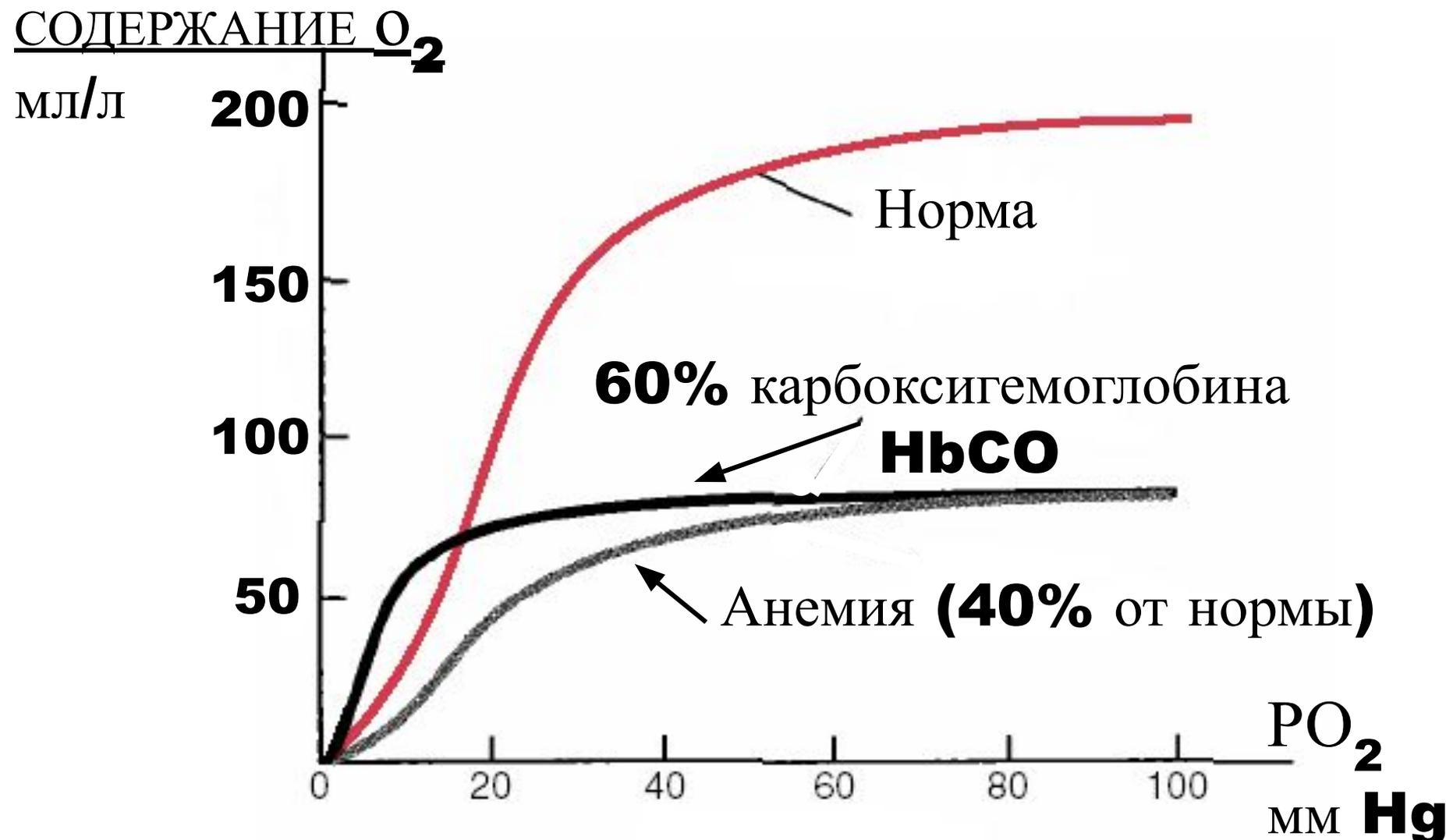
% оксигемоглобина зависит от уровня метаболизма



ГЕМОГЛОБИН – идеальный переносчик кислорода■

- Быстро присоединяет кислород в лёгких
- Легко диссоциирует и отдаёт кислород клеткам
- Диссоциация зависит от уровня метаболизма

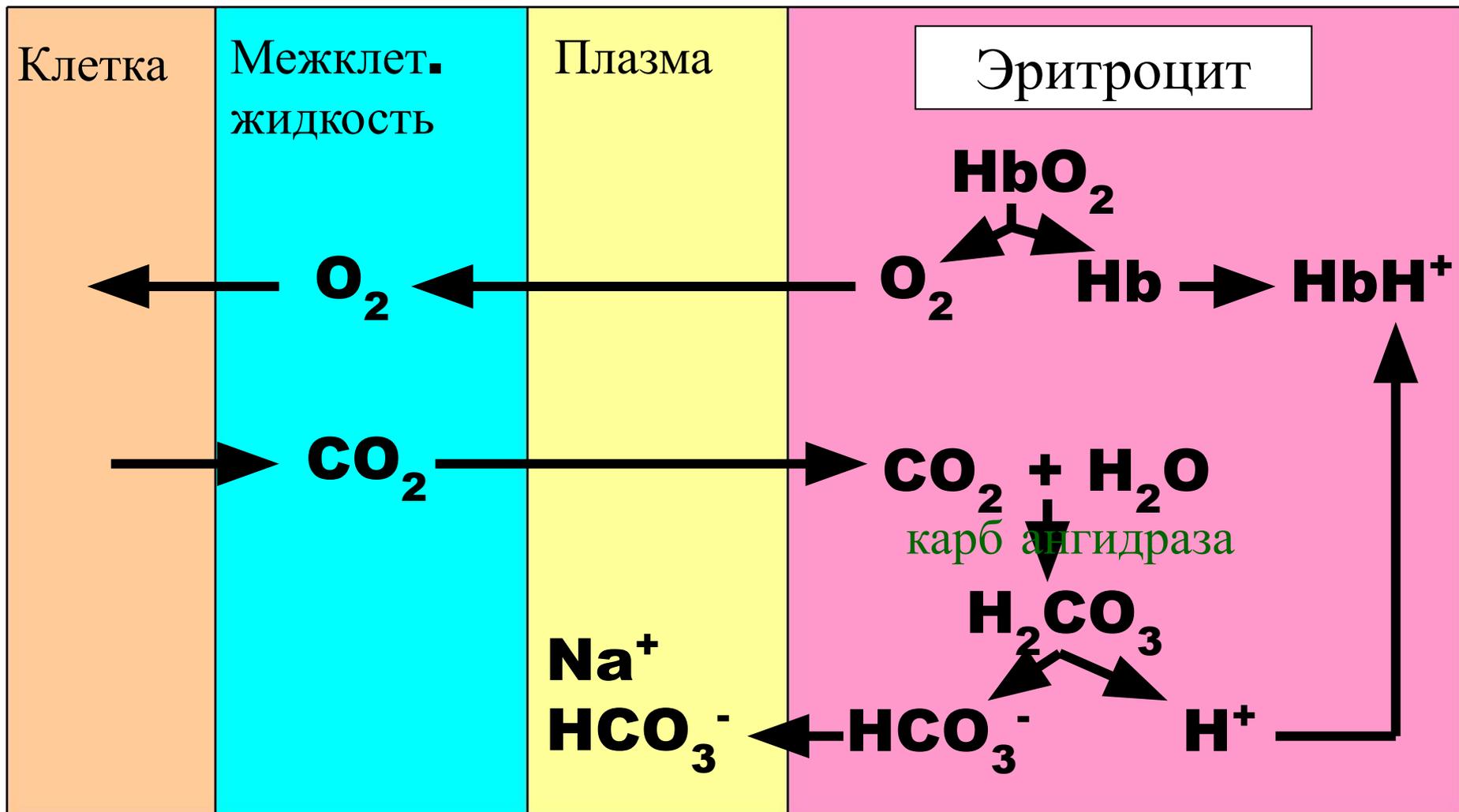
Содержание O_2 зависит от количества и качества **Hb**



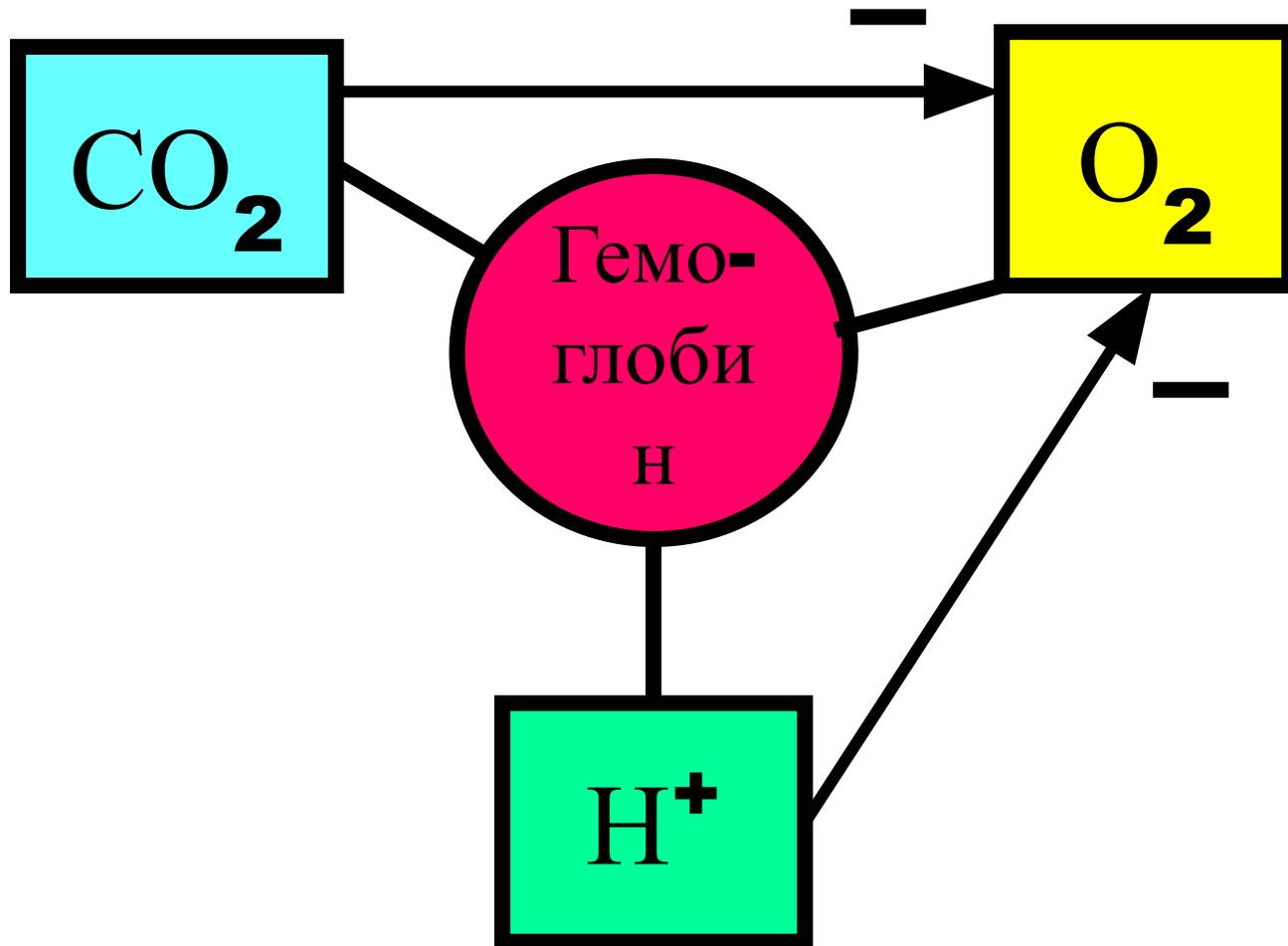
ТРАНСПОРТ СО₂ КРОВЬЮ

	артериаль-ная кровь	венозная кровь
физически растворён	↓	25 мл/л
химически связан с НЬ	↓	45 мл/л
химически связан (бикарбонат)	↓	510 мл/л
ВСЕГО	540 мл/л	580 мл/л

ОСНОВНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ (в тканях)



Присоединение CO_2 и H^+ ослабляет связь гемоглобина с O_2 и облегчает диссоциацию



ТЕРМИНЫ

- **ГИПОКСИЯ** – уменьшение PO_2 (мм рт.ст.)
(альвеолярная, артериальная, венозная, тканевая)
- **ГИПОКСЕМИЯ** – уменьшение содержания O_2 в крови (мл/л)
- **АНЕМИЯ** – уменьшение количества эритроцитов и / или гемоглобина в крови
- **ИШЕМИЯ** – уменьшение кровоснабжения тканей (мл/мин)

