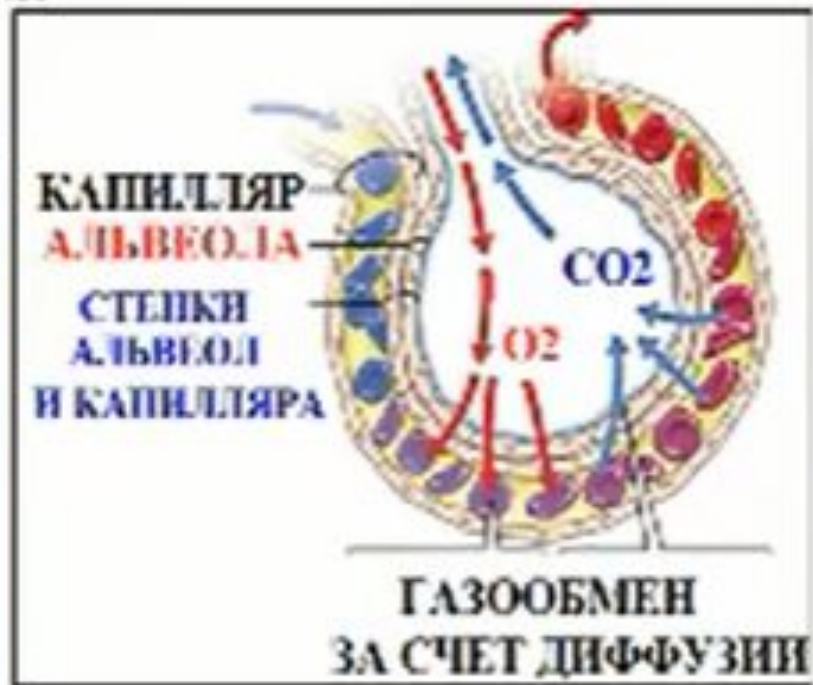


АНАТОМИЯ ЧЕЛОВЕКА
ДЫХАТЕЛЬНАЯ
СИСТЕМА

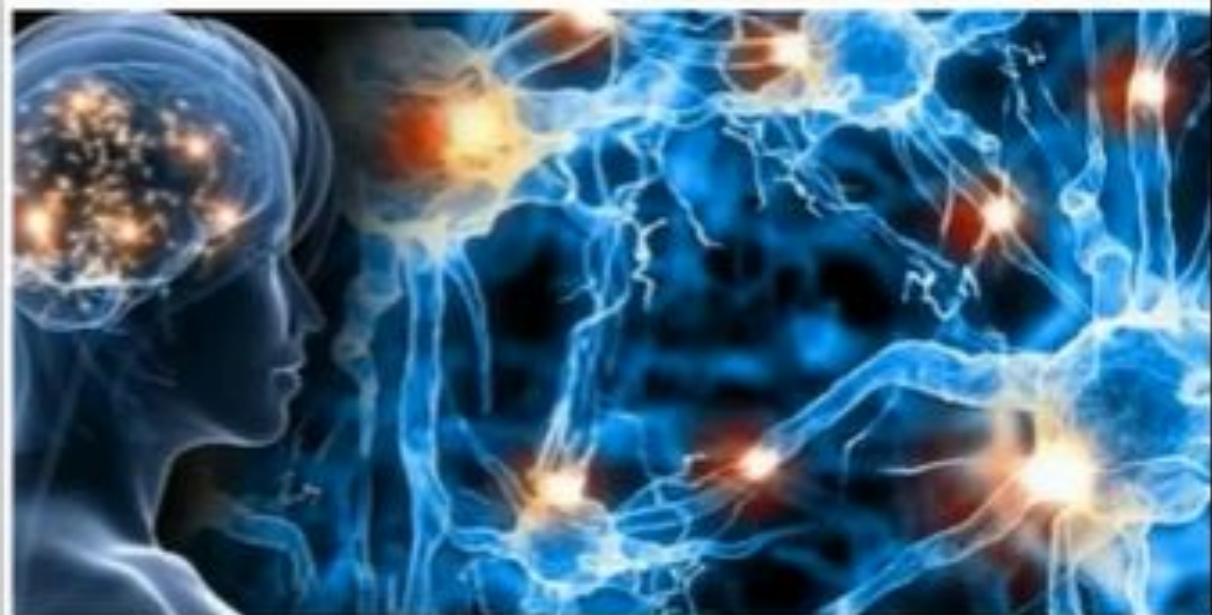
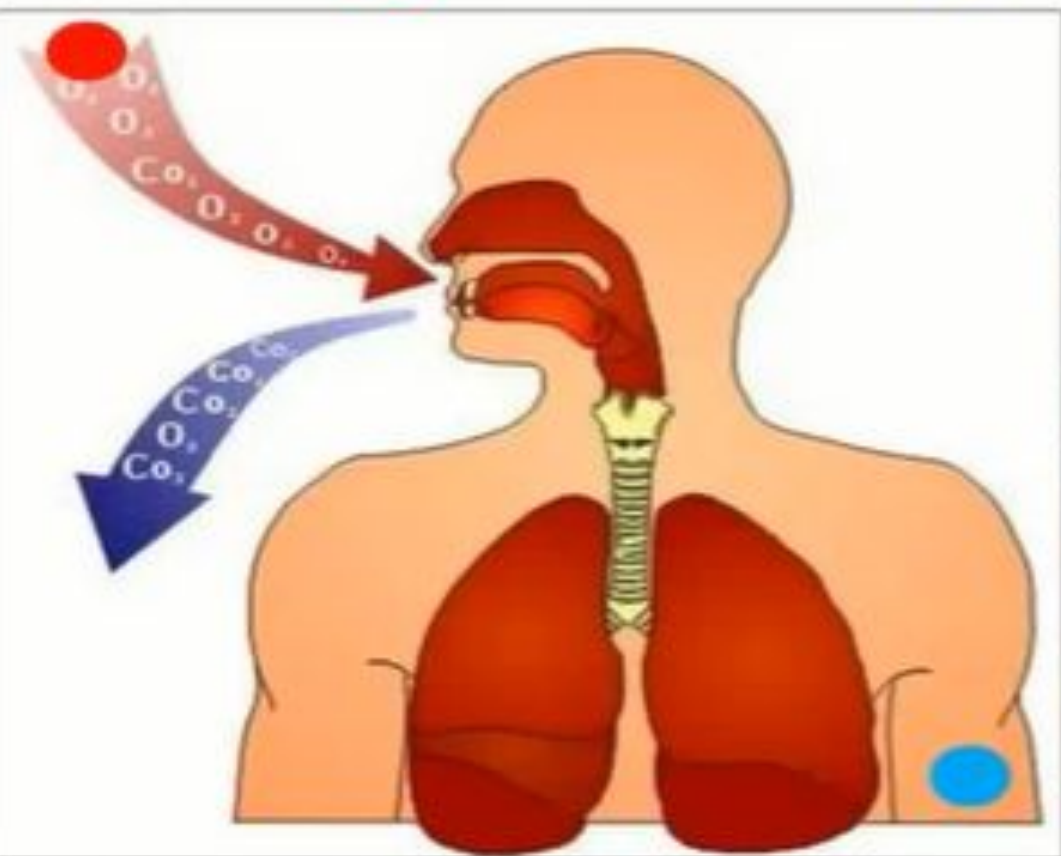
Дыхательная система

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ:

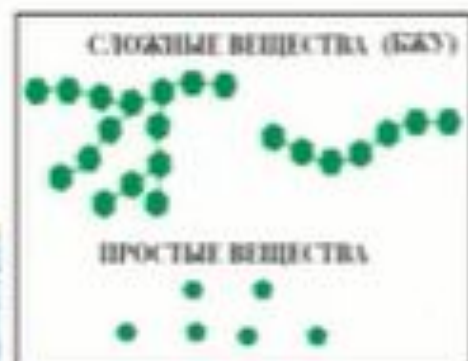
1. Значение дыхания
2. Органы дыхательной системы, их строение и функции
3. Механизм вдоха и выдоха
4. Газообмен в легких и тканях
5. Жизненная емкость легких
6. Регуляция дыхания
7. Гигиена дыхания



Известно, что человек может прожить
без пищи- примерно три недели
без воды – примерно три дня
без воздуха – 2-3 минуты



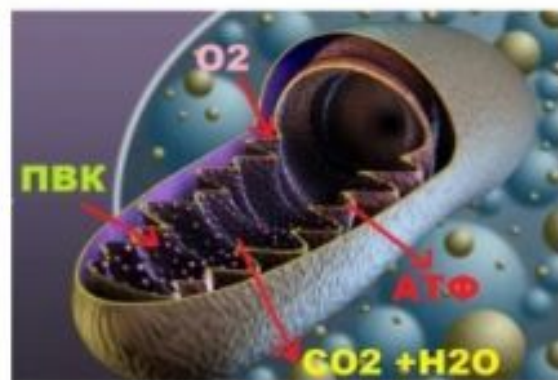
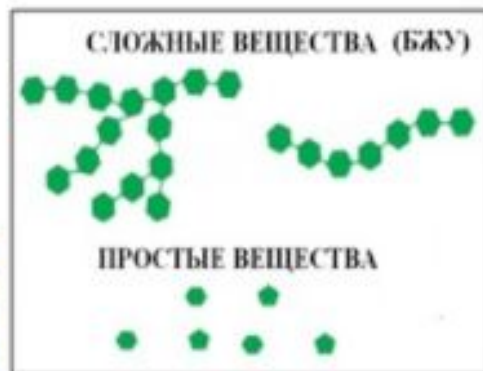
Дыхание -это процесс поступления в организм кислорода и выделения углекислого газа
Организму нужна **энергия АТФ**.
АТФ синтезируется в результате окисления органических веществ.



ЗНАЧЕНИЕ ДЫХАНИЯ

Дыхание - это процесс поступления в организм кислорода и выделения углекислого газа.

Организму нужна **энергия АТФ**.
АТФ синтезируется в результате **окисления органических веществ**.



Кислород (O₂)

Белки, жиры, углеводы

ОКИСЛЕНИЕ

**Энергия
АТФ**

Тепло

СО₂, Н₂О
мочевина и др.

Выделение

ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

ОРГАНЫ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ

ЛЕГКИЕ

НОСОВАЯ ПОЛОСТЬ
НОСОГЛОТКА
ГОРТАНЬ
ТРАХЕЯ
БРОНХИ



ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

ОРГАНЫ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ

НОСОВАЯ ПОЛОСТЬ
НОСОГЛОТКА
ГОРТАНЬ
ТРАХЕЯ
БРОНХИ

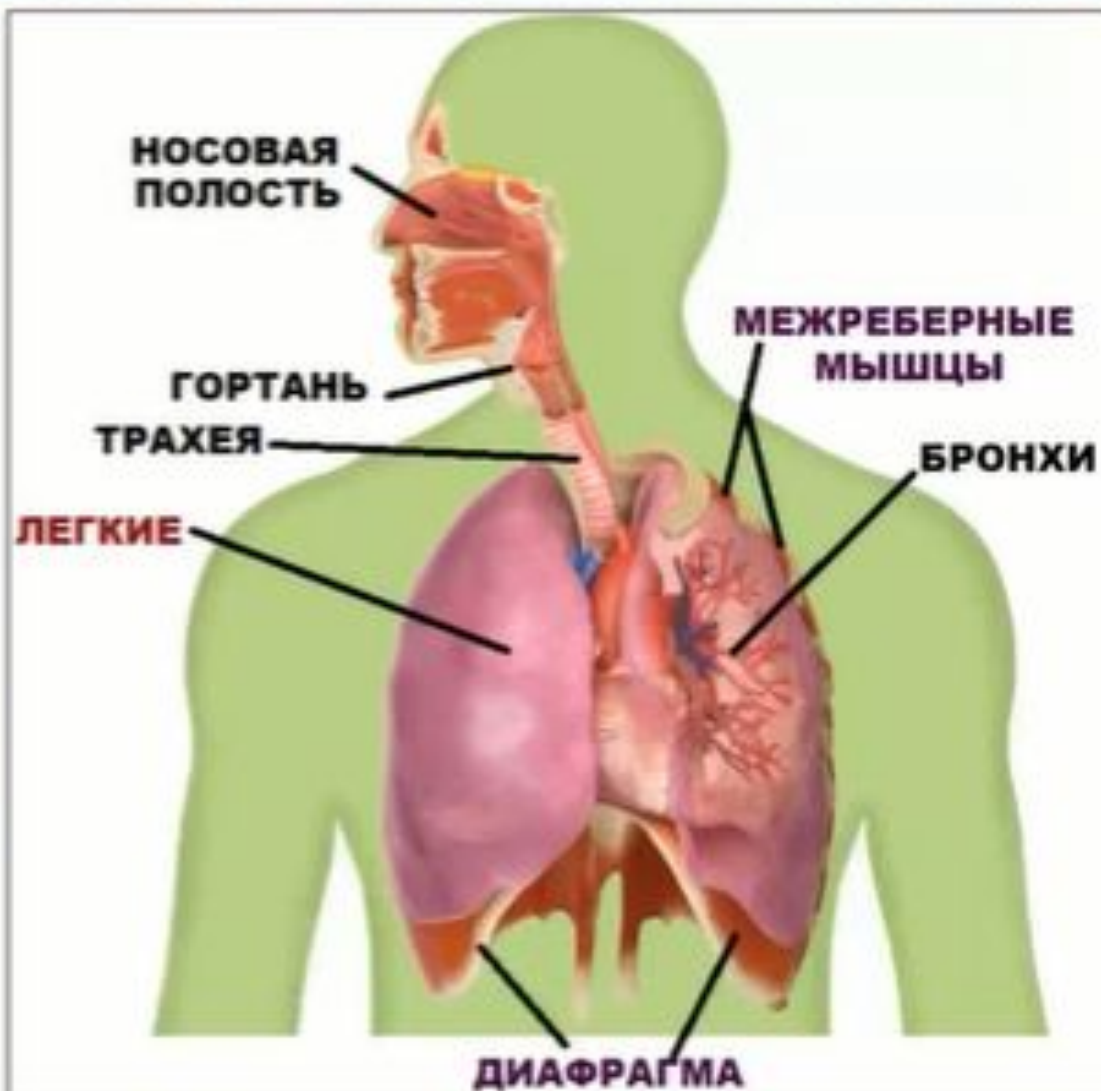


ЛЕГКИЕ

БРОНХИОЛЫ
АЛЬВЕОЛЫ
ЛЕГОЧНАЯ ПЛЕВРА
(снаружи)

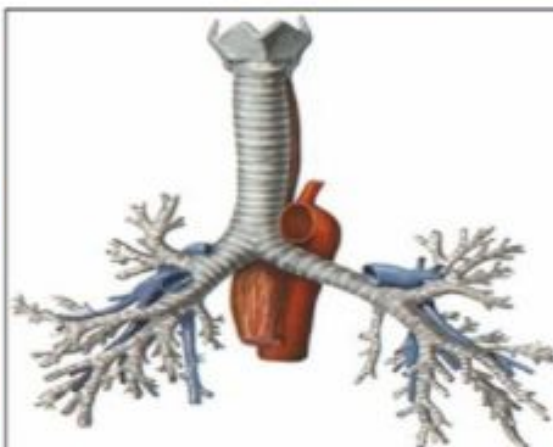
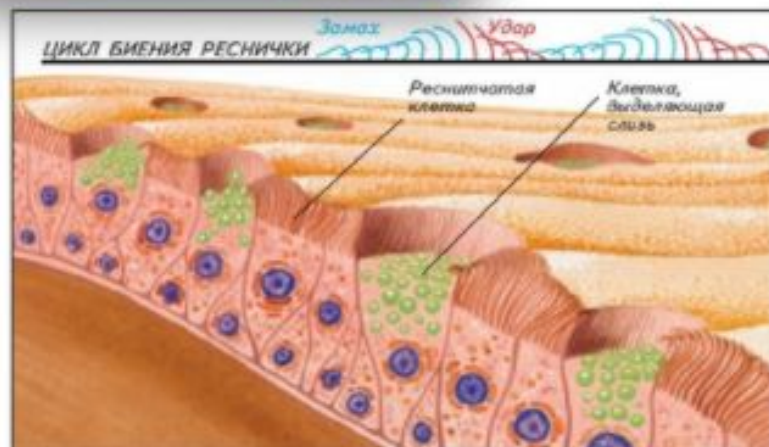
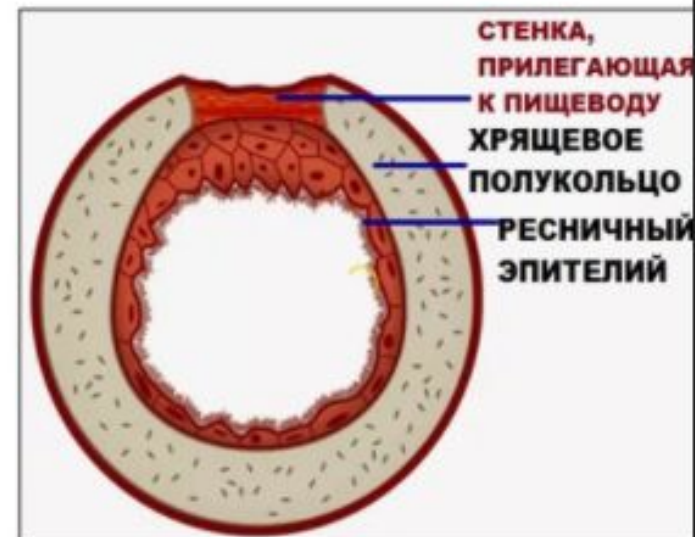
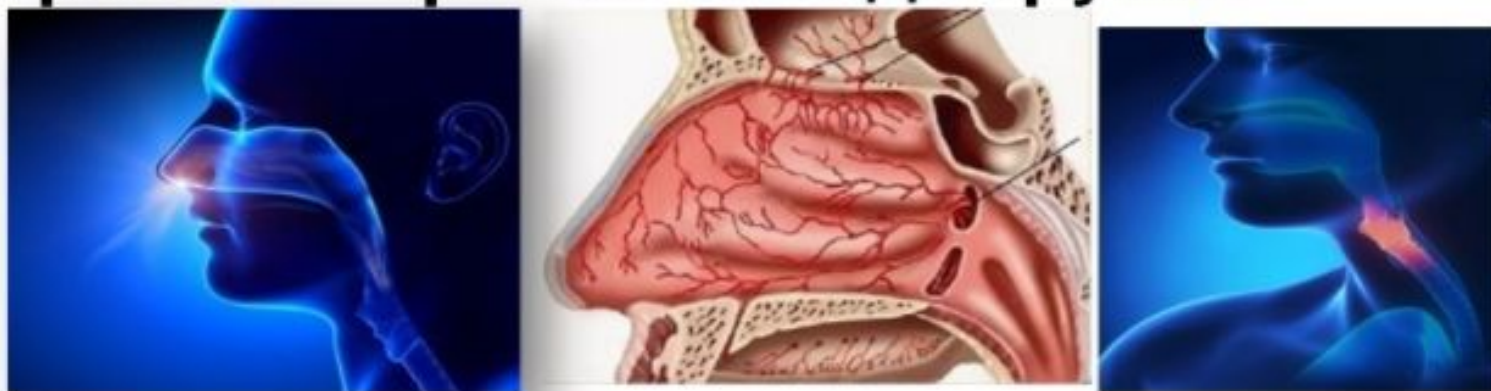


ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА



Особенности дыхательных путей:

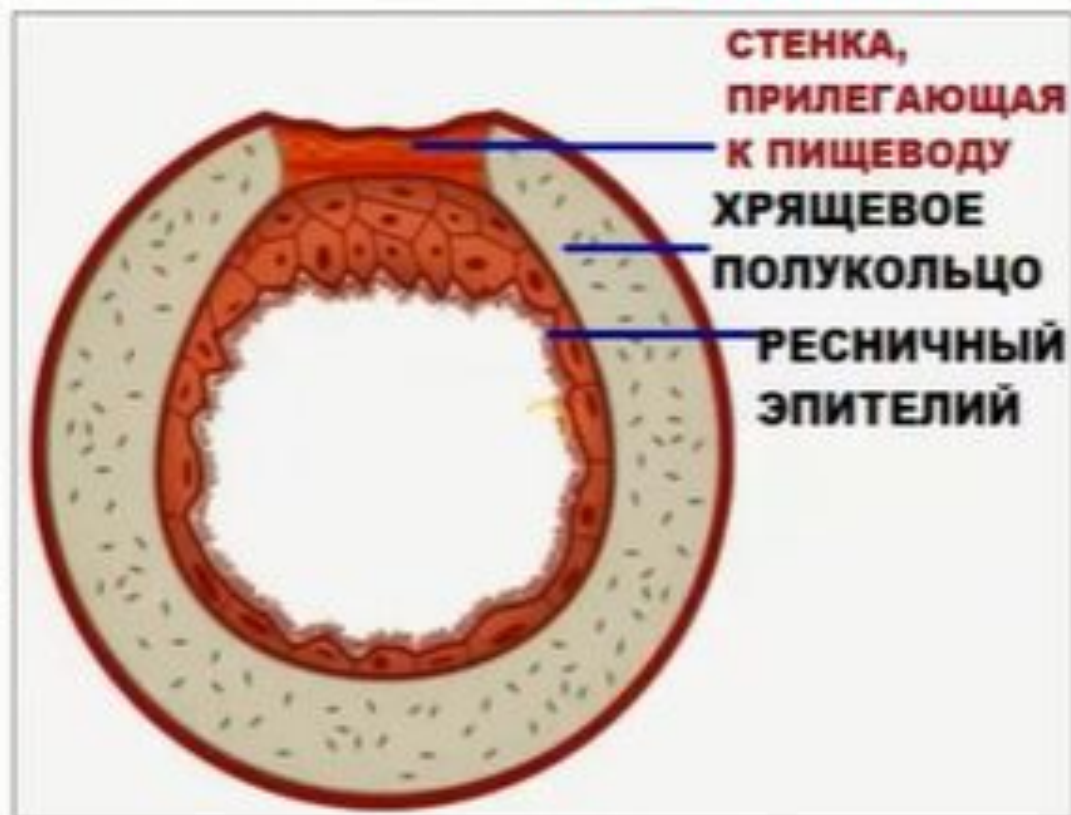
1. Выстланы ресничным эпителием
2. Стенки выделяют слизь
3. Пронизаны капиллярами
4. Гортань – хрящевой орган
5. Трахея и бронхи в виде трубки



Трахея и бронхи в виде трубки для свободного пропускания воздуха.

Изнутри выстилаются **ресничным эпителием**

Трахея имеет хрящевые **полукольца**, а бронхи-**кольца**



Гортань- хрящевой орган.

Надгортанник – закрывает вход в гортань при глотании

Голосовые связки – формируют звуки



Гортань- хрящевой орган.

Надгортанник – закрывает вход в гортань при глотании

Голосовые связки – формируют звуки



Гортань - хрящевой орган.
Надгортанник – закрывает вход в гортань при глотании
Голосовые связки – формируют звуки



ПОЛОЖЕНИЕ ГОЛОСОВЫХ СВЯЗОК

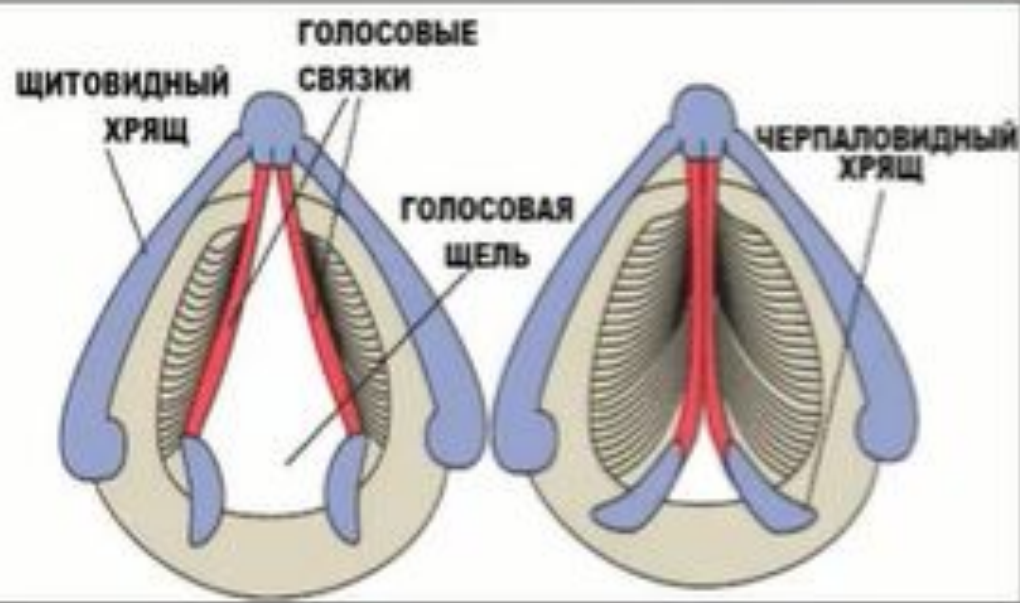


МОЛЧАНИЕ

ШЕПТАНИЕ

РАЗГОВОР

СТРОЕНИЕ ГОРТАНИ



Гортань - хрящевой орган.

Надгортанник – закрывает вход в гортань при глотании

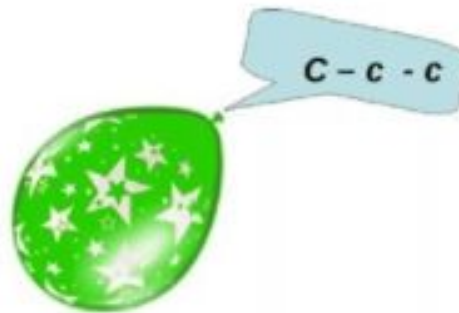
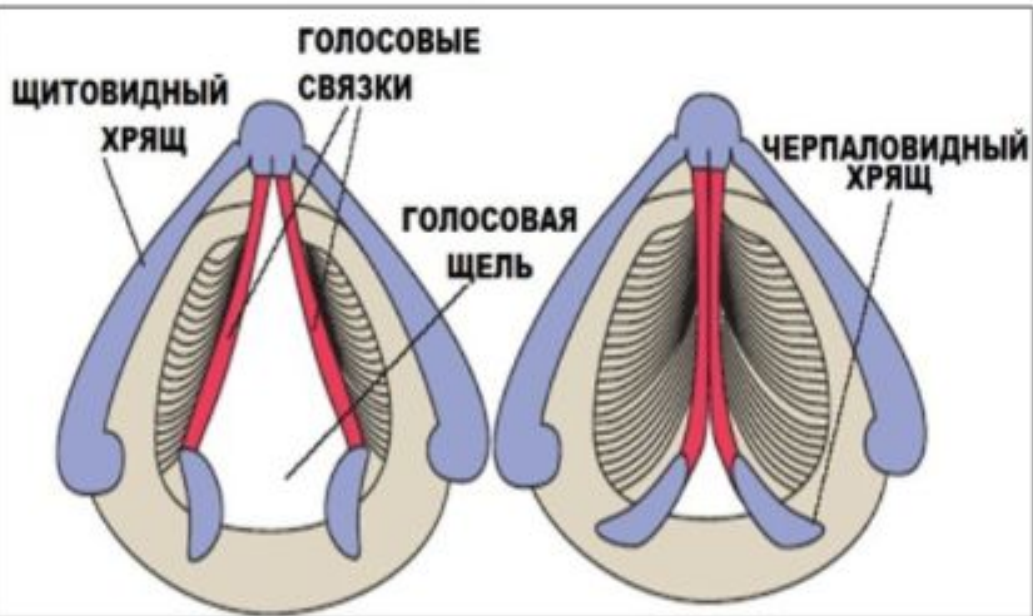
Голосовые связки – формируют звуки



ПОЛОЖЕНИЕ ГОЛОСОВЫХ СВЯЗОК

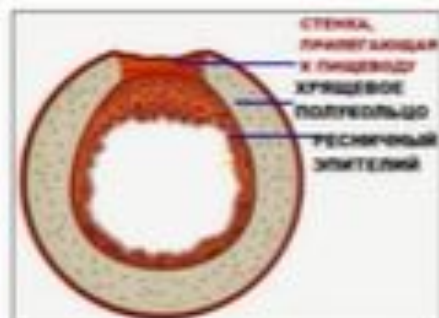
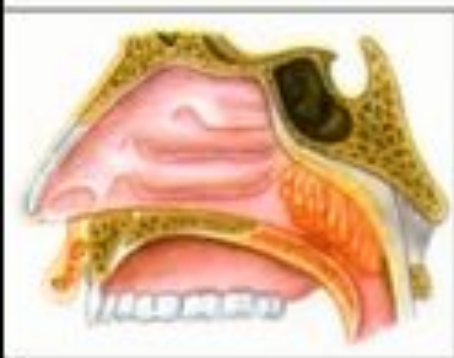


СТРОЕНИЕ ГОРТАНИ



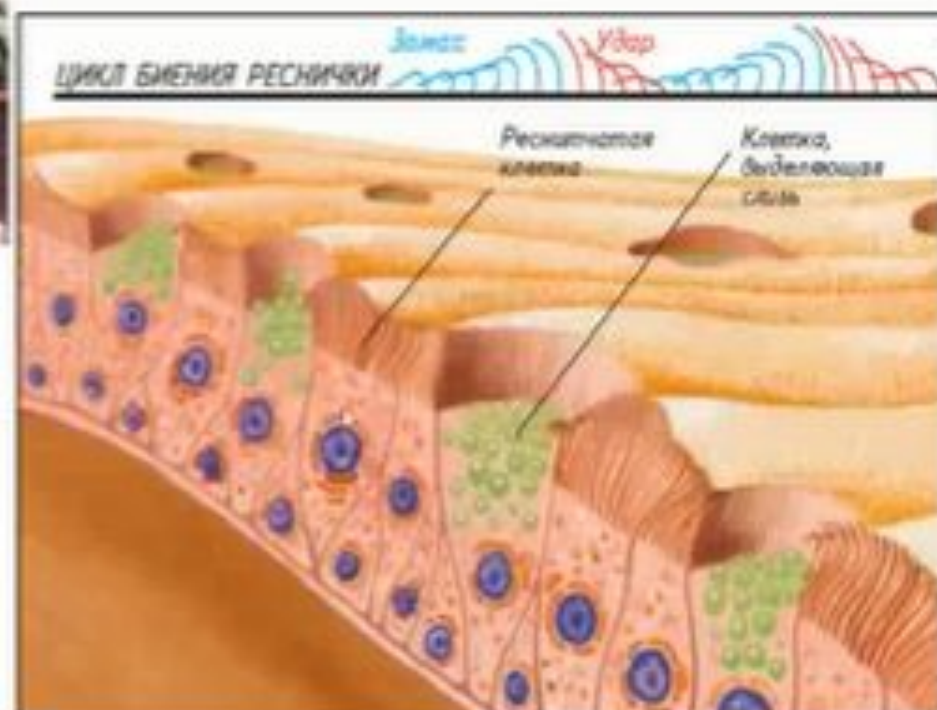
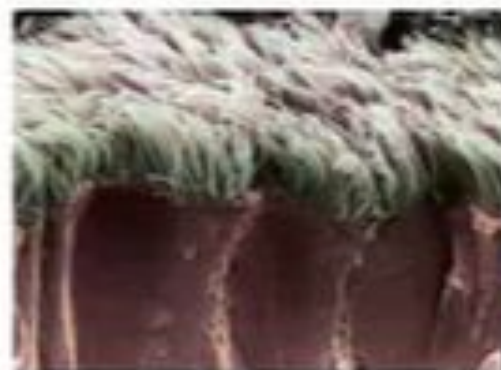
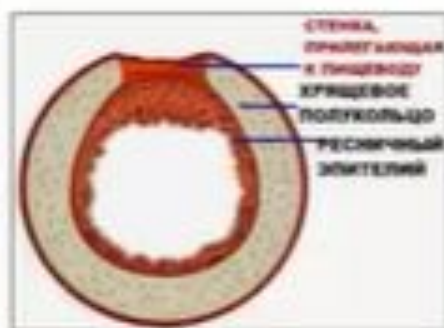
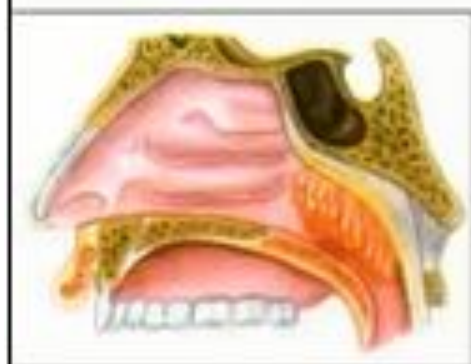
ФУНКЦИИ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ

1) Свободное проведение воздуха – открытость путей



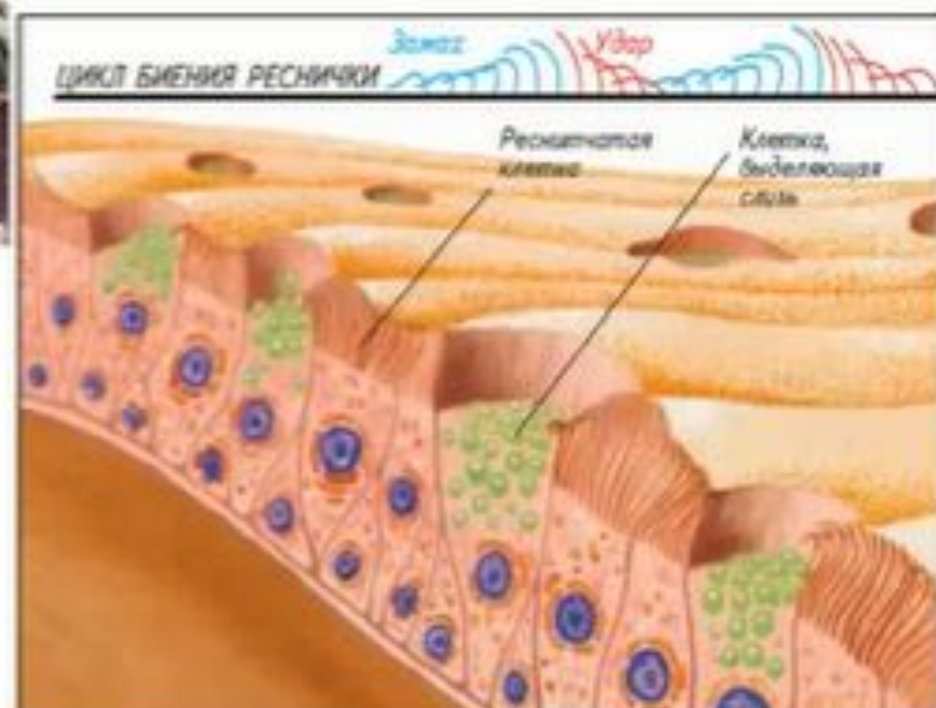
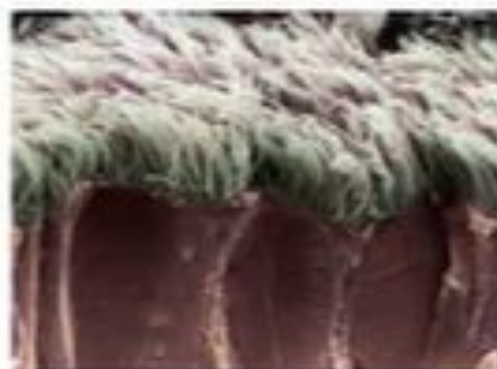
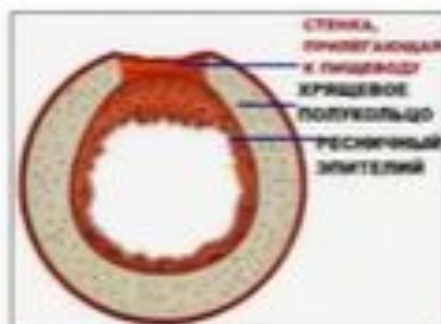
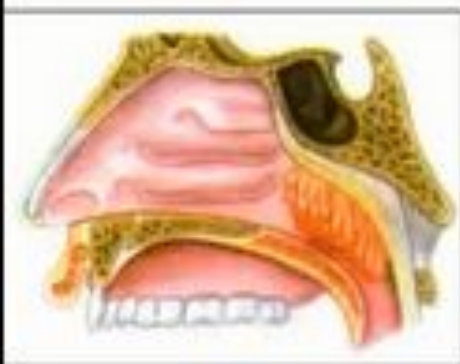
ФУНКЦИИ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ

- 1) Свободное проведение воздуха – открытость путей
- 2) Очищение воздуха – ресниччатый эпителий улавливает инородные частички
- 3) Обезвреживание воздуха – слизь содержит бактерицидные вещества
- 4) Согревание воздуха – кровеносные сосуды приносят тепло
- 5) Увлажнение воздуха – слизь увлажняет



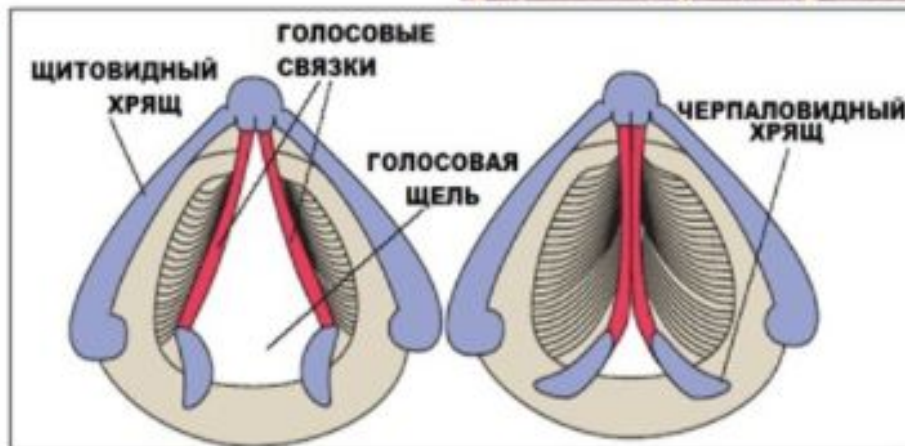
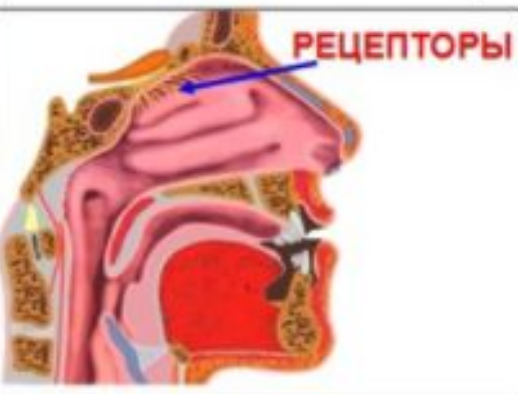
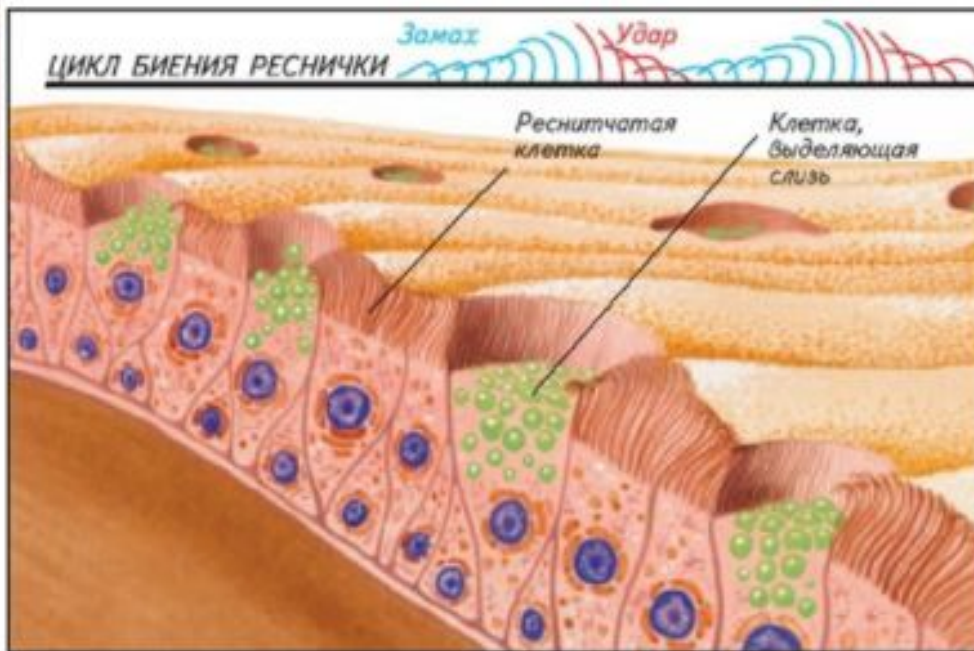
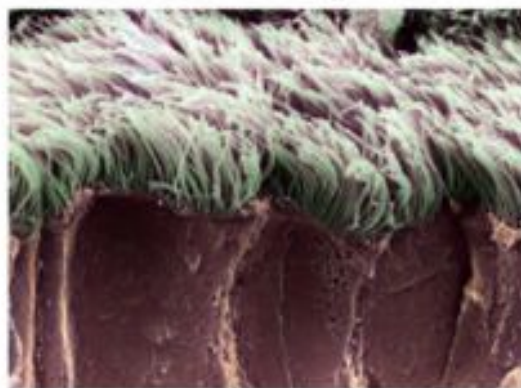
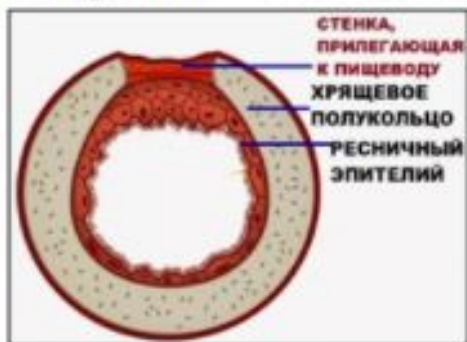
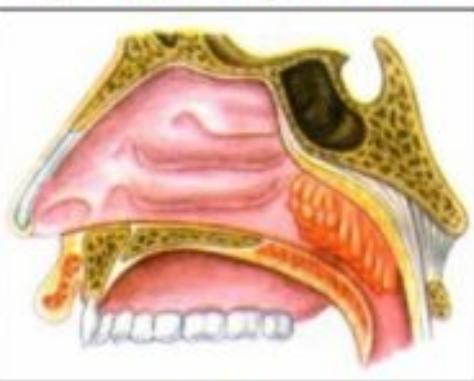
ФУНКЦИИ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ

- 1) Свободное проведение воздуха – открытость путей
- 2) Очищение воздуха – ресничный эпителий улавливает инородные частички
- 3) Обезвреживание воздуха – слизь содержит бактерицидные вещества
- 4) Согревание воздуха – кровеносные сосуды приносят тепло
- 5) Увлажнение воздуха – слизь увлажняет
- 6) **Восприятие запахов** – обонятельные рецепторы позволяют улавливать



ФУНКЦИИ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ

- 1) Свободное проведение воздуха – открытость путей
- 2) Очищение воздуха – ресничный эпителий улавливает инородные частички
- 3) Обезвреживание воздуха – слизь содержит бактерицидные вещества
- 4) Согревание воздуха – кровеносные сосуды приносят тепло
- 5) Увлажнение воздуха – слизь увлажняет
- 6) **Восприятие запахов** – обонятельные рецепторы позволяют улавливать
- 7) **Формирование звуков** – голосовые связки гортани создают звуки



Главный орган дыхательной системы – **легкие**.

Каждый день человек вдыхает **15 000** литров воздуха, используя **3000** литров кислорода.



Минутный объем воздуха (МОВ) в покое **около 6-8 л воздуха** (при частоте дыхания **14-18 раз в минуту**)
Максимальная вентиляция легких (МВЛ) может дойти до 100-150л в минуту



ЛЕГКИЕ – парные органы.
Правое из трех долей, больше, чем левое



АЛЬВЕОЛЫ



альвеолы

РЕБРА

**МЕЖРЕБЕРНЫЕ
МЫШЦЫ**



СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ ЛЕГКИХ

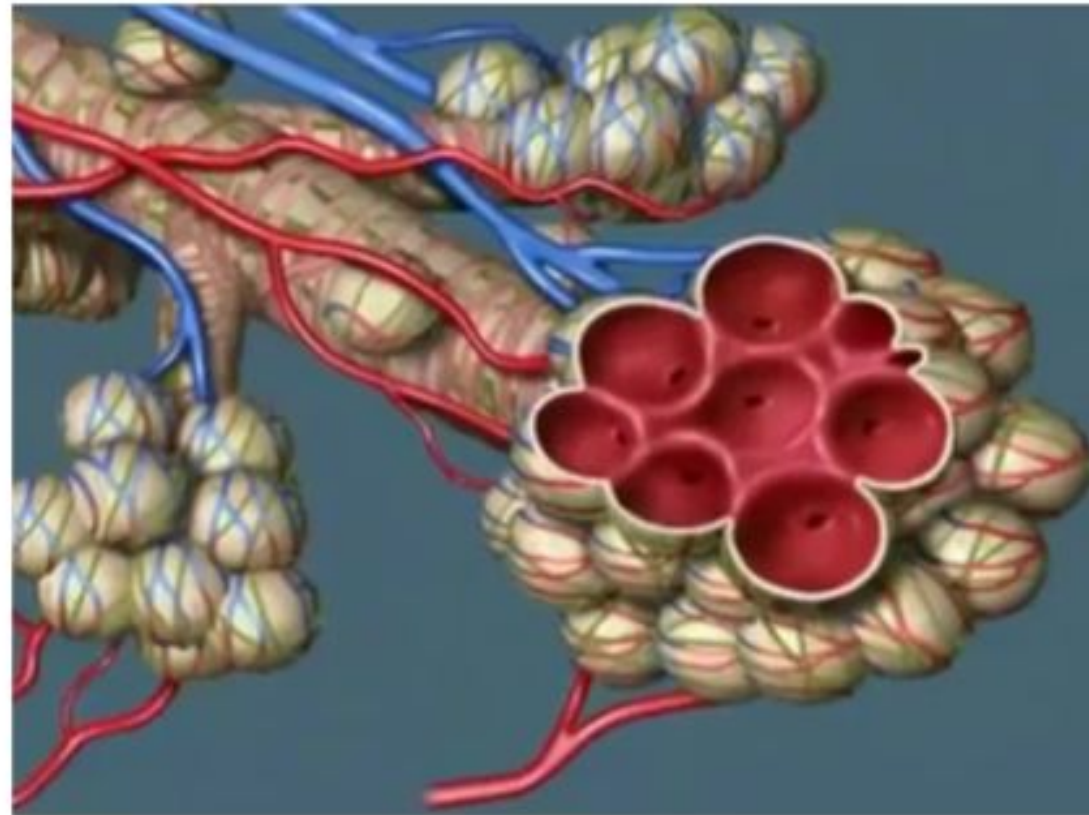
Легочная плевра - наружная плотная оболочка легких.

Пристеночная плевра - выстилает грудную полость изнутри.

Плевральная полость — щель между плеврами, заполнена жидкостью.

Альвеолы – легочные пузырьки

Функция легких: газообмен



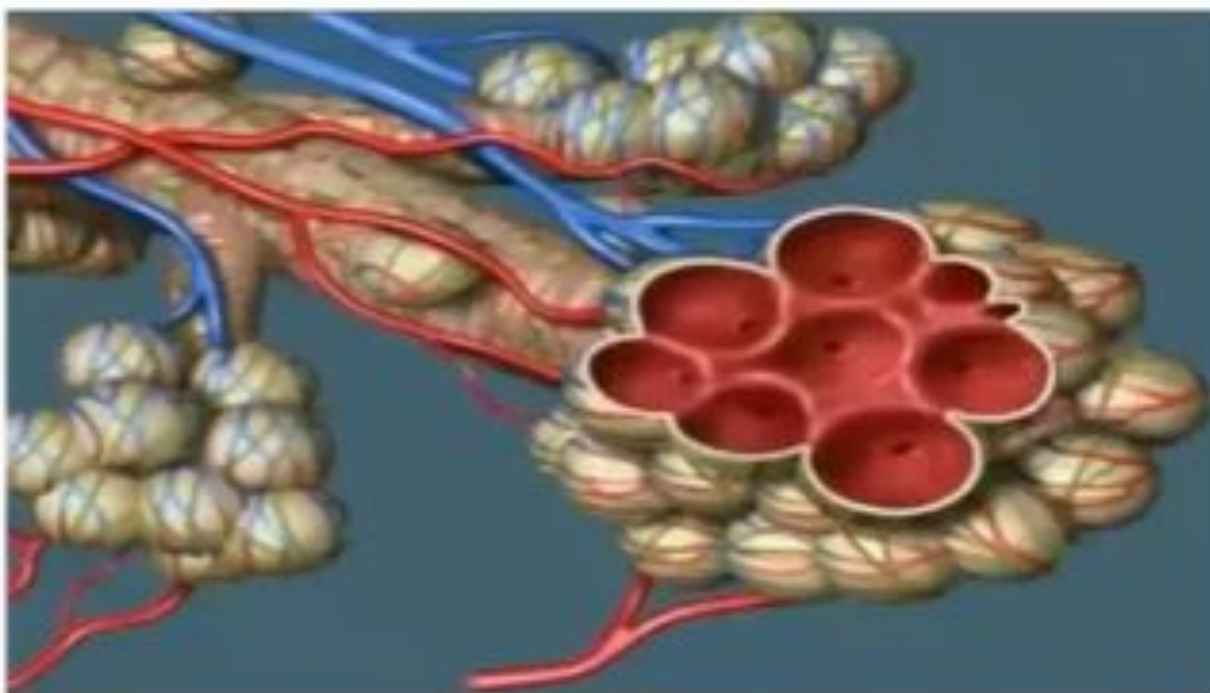
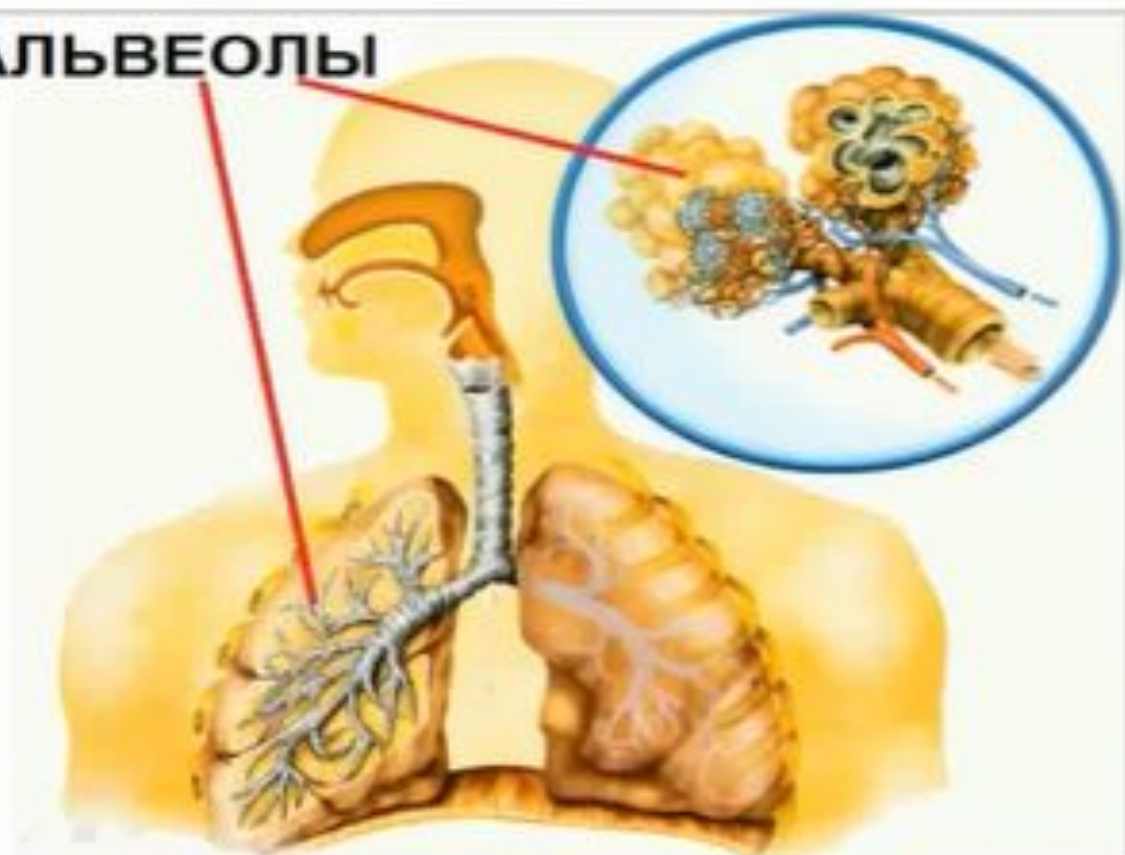


Общее количество альвеол в
обоих легких человека
составляет
600—700 миллионов!!!
Площадь всех альвеол-
до **120 кв.м**

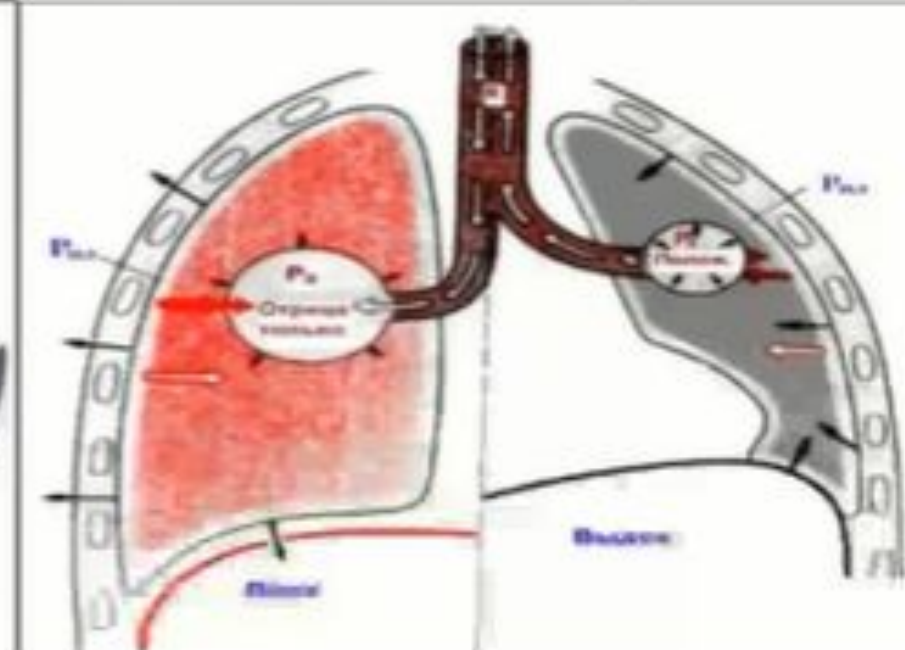
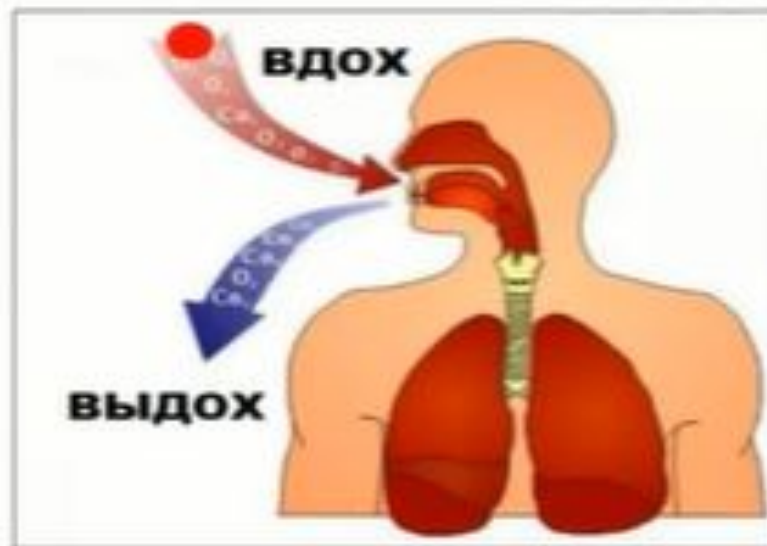
АЛЬВЕОЛЫ



АЛЬВЕОЛЫ



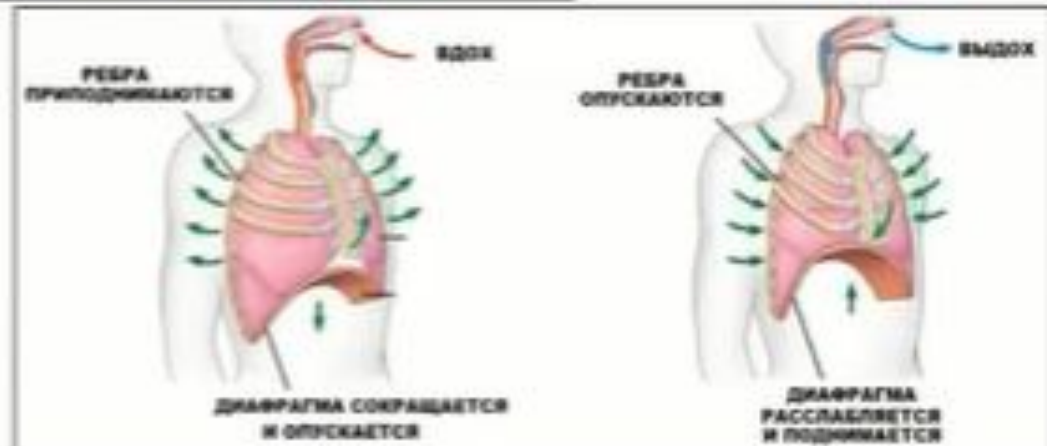
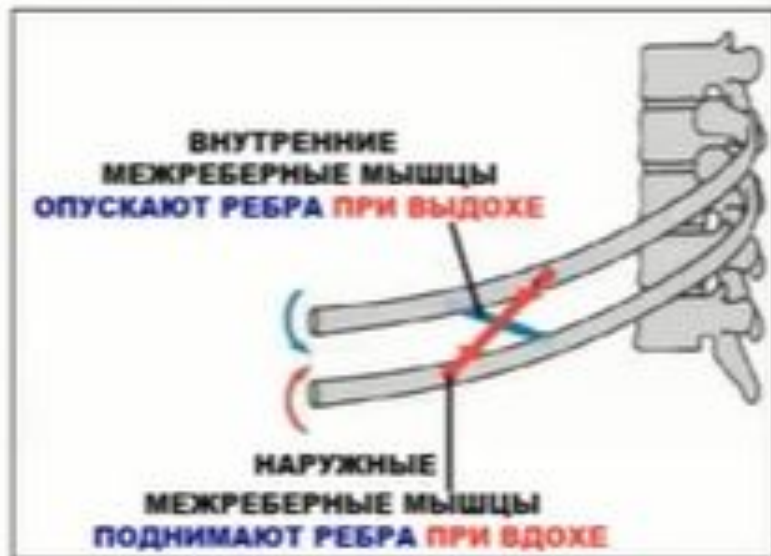
МЕХАНИЗМ ВДОХА И ВЫДОХА



МЕХАНИЗМ ВДОХА И ВЫДОХА

Вдох и выдох совершаются с помощью **межреберных мышц и диафрагмы**

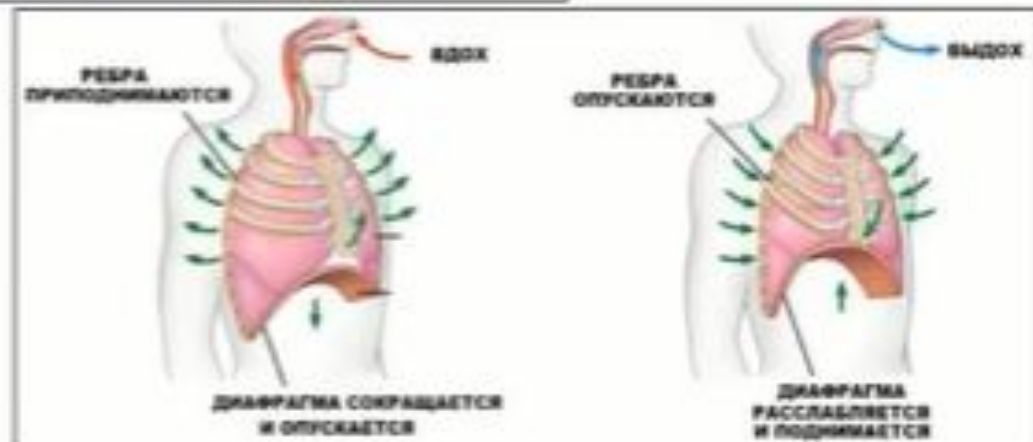
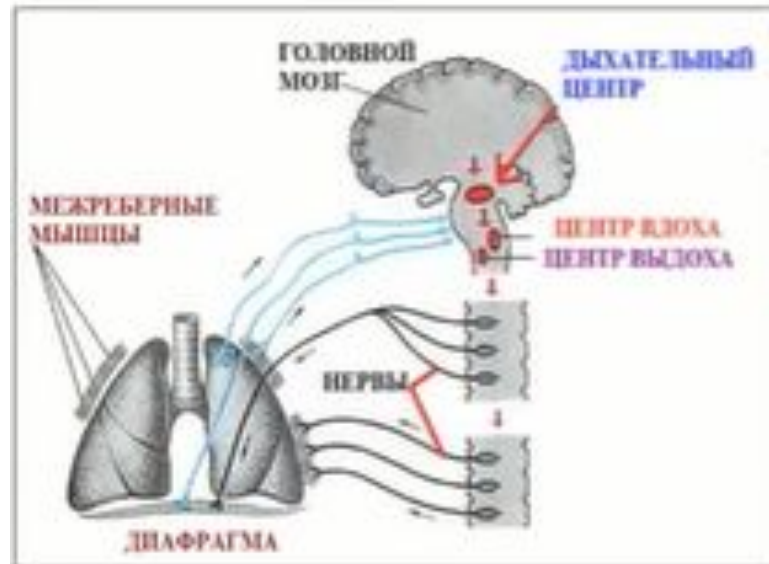
ВДОХ: в дыхательном центре возникают импульсы --- **сокращение наружных межреберных мышц и диафрагмы** ---- **увеличение объема грудной клетки** --- **падение давления в грудной полости** --- воздух из стороны большего давления поступает в легкие и наполняет альвеолы



МЕХАНИЗМ ВДОХА И ВЫДОХА

Вдох и выдох совершаются с помощью **межреберных мышц и диафрагмы**

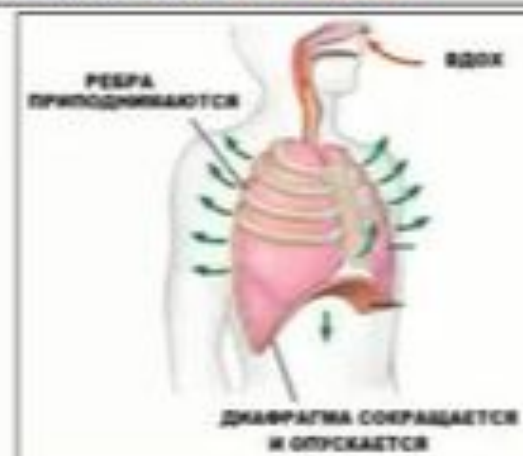
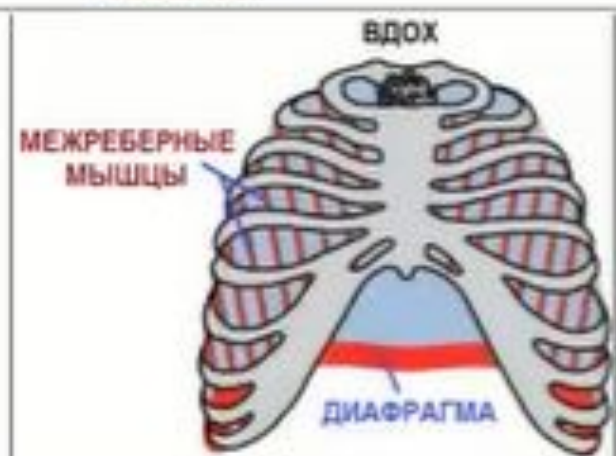
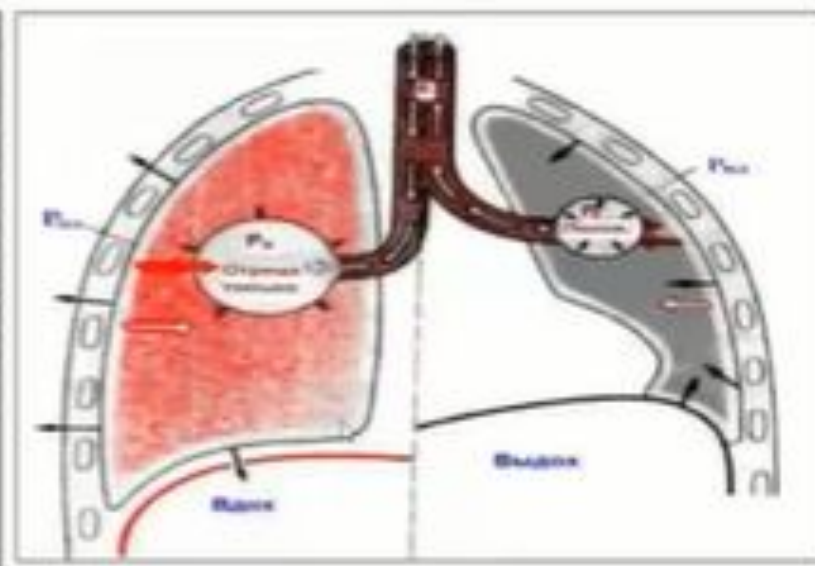
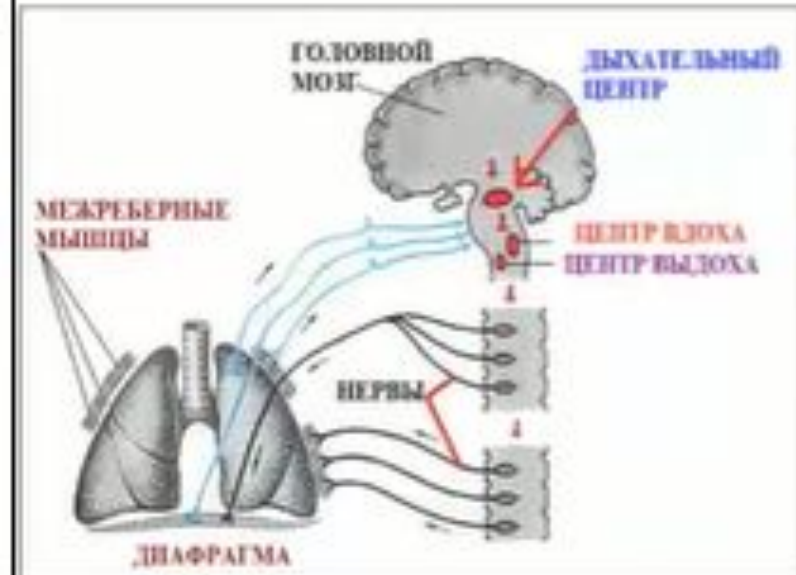
ВДОХ: в дыхательном центре возникают импульсы --- **сокращение наружных межреберных мышц и диафрагмы** ---- **увеличение объема грудной клетки** --- **падение давления в грудной полости** --- воздух из стороны большего давления поступает в легкие и наполняет альвеолы



МЕХАНИЗМ ВДОХА И ВЫДОХА

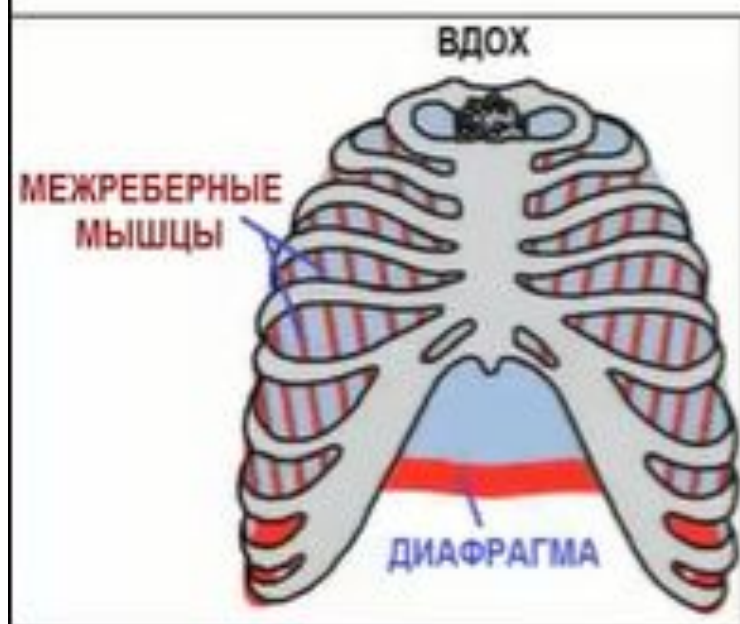
Вдох и выдох совершаются с помощью **межреберных мышц и диафрагмы**

ВДОХ: в дыхательном центре возникают импульсы --- **сокращение наружных межреберных мышц и диафрагмы** ---- **увеличение объема грудной клетки** --- **падение давления в грудной полости** --- воздух из стороны большего давления поступает в легкие и наполняет альвеолы



МЕХАНИЗМ ВДОХА И ВЫДОХА

ВЫДОХ : импульсы для наружных межреберных мышц и диафрагмы не возникают, они расслабляются, **сокращаются внутренние межреберные мышцы** --- **ребра опускаются, диафрагма приподнимается** --- **объем грудной клетки уменьшается** --- **давление в альвеолах возрастает** и воздух выходит наружу. Таким образом, **вдох происходит активно** (рефлекторно), **а выдох – пассивно!**

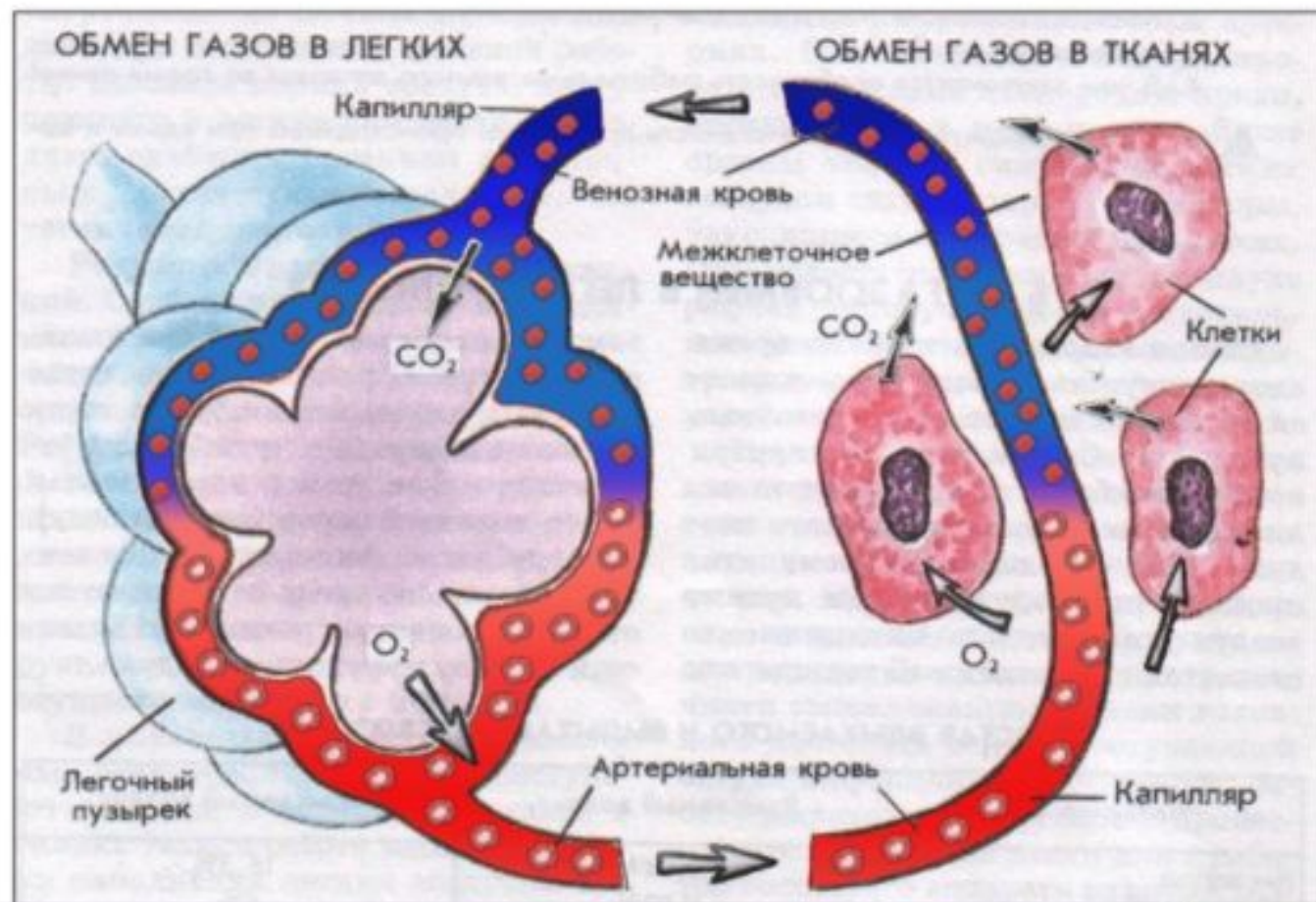
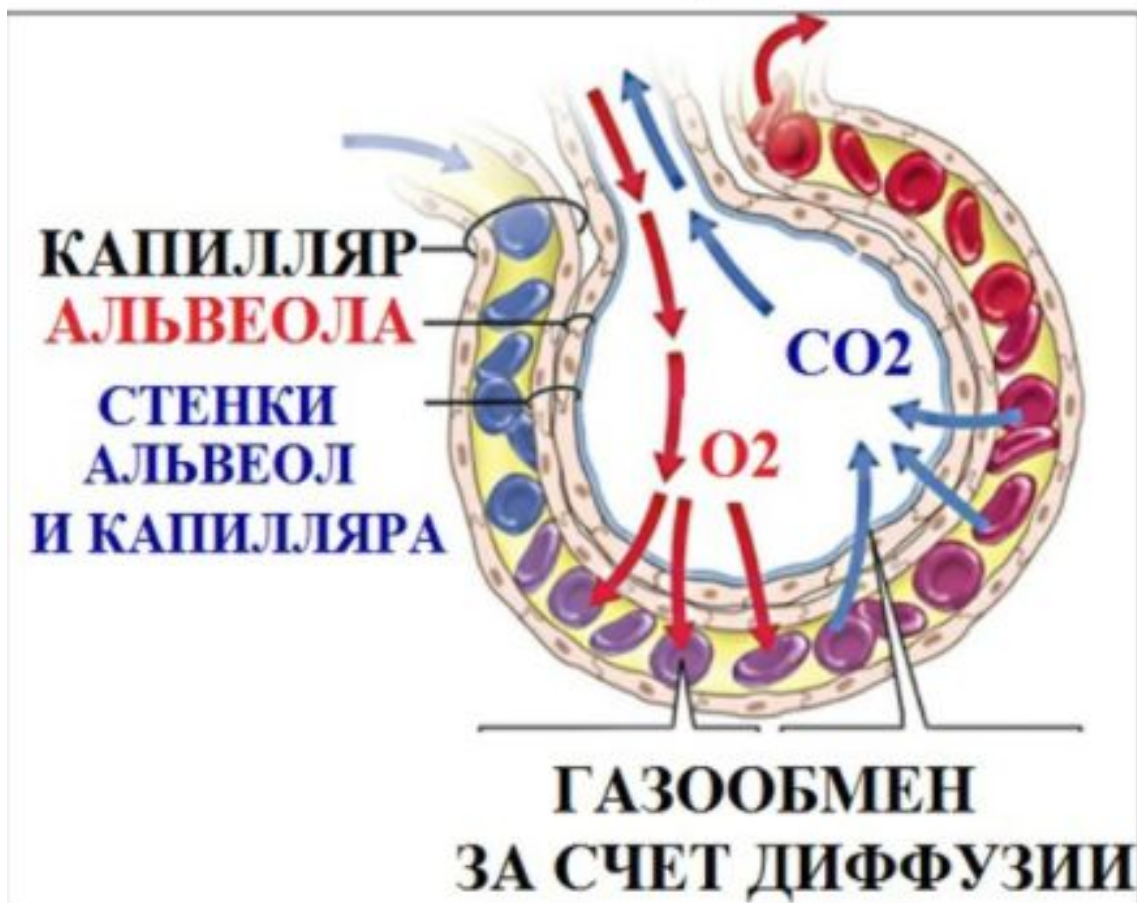


МОДЕЛЬ ДОНДЕРСА, ИММИТИРУЮЩАЯ ВДОХ И ВЫДОХ



ГАЗООБМЕН В ЛЕГКИХ И ТКАНЯХ

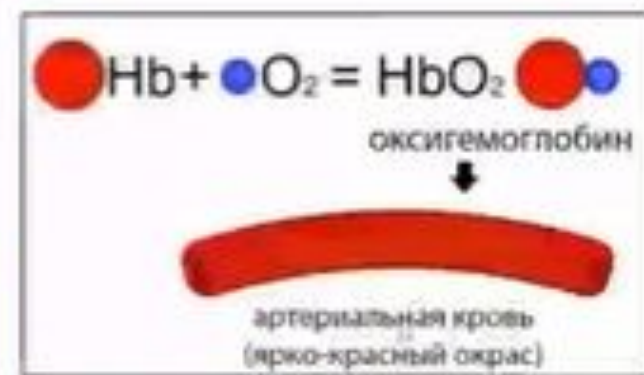
совершается благодаря **диффузии газов** (движению молекул газа из стороны большей концентрации в сторону меньшей) через стенки альвеол и капилляров.



Транспорт газов кровью. Газы находятся в крови в растворенном и химически связанном виде. Основная часть кислорода находится в крови в виде соединения с гемоглобином и совсем немного растворено в плазме. Одна молекула гемоглобина обратимо присоединяет четыре молекулы кислорода, превращаясь в **оксигемоглобин (HbO₂)**. **Вишневый цвет венозной крови** при этом изменяется на **ярко-алый**. Оксигемоглобин образуется в легких, а в тканях он освобождает кислород. При этом 100 мл крови могут переносить до 20 мл кислорода. Количество связанного кровью кислорода определяет кислородную емкость крови. **Углекислый газ переносится в основном плазмой.** Только часть CO₂ обратимо связывается гемоглобином с образованием непрочного **карбгемоглобина (HbCO₂)**. Большая часть углекислого газа соединяется с водой и превращается в **угольную кислоту**, которая диссоциирует на ионы H⁺ и HCO₃⁻. В плазме анион реагирует с ионами натрия, а в эритроцитах - калия, образуя бикарбонаты (NaHCO₃, KHCO₃). Таким образом, углекислый газ транспортируется в виде NaHCO₃ в плазме и KHCO₃ и карбгемоглобина в эритроцитах.



Транспорт газов кровью. Газы находятся в крови в растворенном и химически связанном виде. Основная часть кислорода находится в крови в виде соединения с гемоглобином и совсем немного растворено в плазме. Одна молекула гемоглобина обратимо присоединяет четыре молекулы кислорода, превращаясь в **оксигемоглобин (HbO₂)**. **Вишневый цвет венозной крови** при этом изменяется на **ярко-алый**. Оксигемоглобин образуется в легких, а в тканях он освобождает кислород. При этом 100 мл крови могут переносить до 20 мл кислорода. Количество связанного кровью кислорода определяет кислородную емкость крови. **Углекислый газ переносится в основном плазмой.** Только часть CO₂ обратимо связывается гемоглобином с образованием непрочного **карбгемоглобина (HbCO₂)**. Большая часть углекислого газа соединяется с водой и превращается в **угольную кислоту**, которая диссоциирует на ионы H⁺ и HCO₃⁻. В плазме анион реагирует с ионами натрия, а в эритроцитах - калия, образуя бикарбонаты (NaHCO₃, KHCO₃). Таким образом, углекислый газ транспортируется в виде NaHCO₃ в плазме и KHCO₃ и карбгемоглобина в эритроцитах.



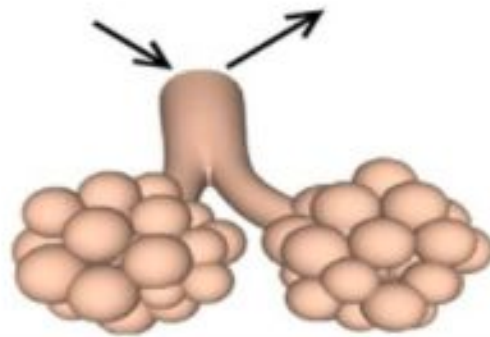
ОСОБЕННОСТИ ТРАНСПОРТА ГАЗОВ (O₂ И CO₂)

КИСЛОРОД И УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ ОБЛАДАЮТ РАЗНОЙ РАСТВОРИМОСТЬЮ В ВОДЕ.

Поэтому **основная часть кислорода** находится в крови в виде соединения с гемоглобином (HbO₂) и совсем немного растворено в плазме.

Углекислый газ переносится в основном плазмой - в виде ионов HCO₃⁻ - и растворенного CO₂, и лишь небольшая часть эритроцитами - в соединении с гемоглобином (HbCO₂).

ГАЗЫ	ВДЫХАЕМЫЙ ВОЗДУХ	ВЫДЫХАЕМЫЙ ВОЗДУХ
КИСЛОРОД	20,94%	16,3%
УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ	0,03%	4%
АЗОТ	79,03%	79,7%



2020. 22. Каким образом углекислый газ транспортируется с кровью от органов и тканей к легким? Какие соединения он при этом образует?

2020. 22. Каким образом углекислый газ транспортируется с кровью от органов и тканей к легким? Какие соединения он при этом образует?

Элементы ответа:

1) Часть углекислого газа транспортируется, образуя нестойкое соединение с гемоглобином – **карбгемоглобин**.

2) Основная часть углекислого газа транспортируется, растворяясь в плазме крови в виде **карбонат-ионов (солей угольной кислоты)**

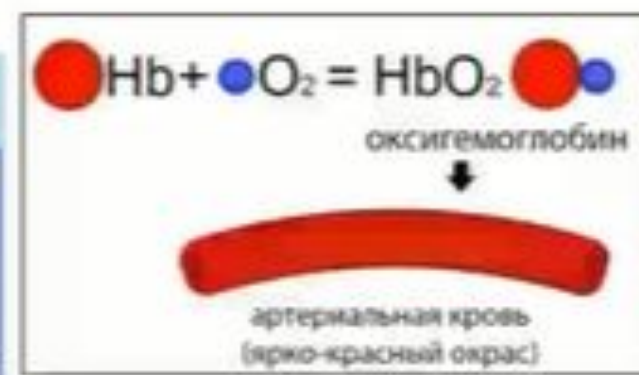
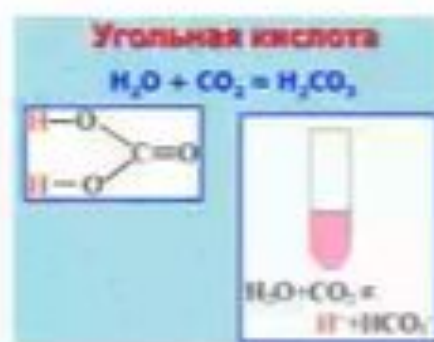


2020 (O) 25. В чем заключается **сходство** и **различие** в транспортировке кислорода и углекислого газа в крови человека с учетом их различной растворимости? **Какие соединения при этом образуются?** **Ответ поясните.** Какое **видимое изменение крови** происходит при связывании углекислого газа?

2020 (O) 25. В чем заключается **сходство** и **различие** в транспортировке кислорода и углекислого газа в крови человека с учетом их различной растворимости? **Какие соединения при этом образуются?** **Ответ поясните.** Какое видимое изменение крови происходит при связывании углекислого газа?

Элементы ответа:

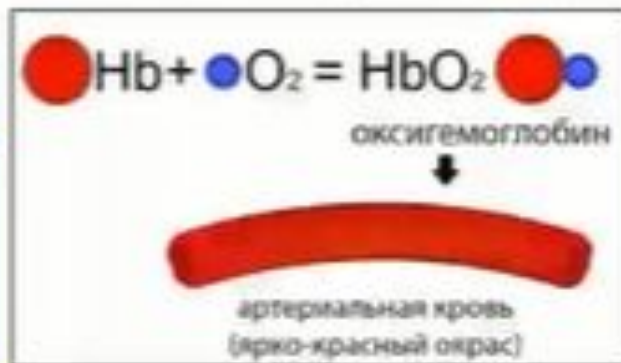
- 1) **Сходство** : при транспортировке газов происходит их связывание с гемоглобином эритроцита;
- 2) **Различие**: углекислый газ лучше растворяется в воде, поэтому его бо́льшая часть растворяется в плазме;
- 3) **Углекислый газ в плазме** образует **угольную кислоту** (карбоксид ионы);
- 4) **Кислород** образует с гемоглобином **оксигемоглобин**;
- 5) **Углекислый газ** образует с гемоглобином **карбгемоглобин**;
- 6) При насыщении углекислым газом кровь становится **вишневого цвета**.



2020 (O) 25. В чем заключается **сходство** и **различие** в транспортировке кислорода и углекислого газа в крови человека с учетом их различной растворимости? **Какие соединения при этом образуются?** **Ответ поясните.** Какое видимое изменение крови происходит при связывании углекислого газа?

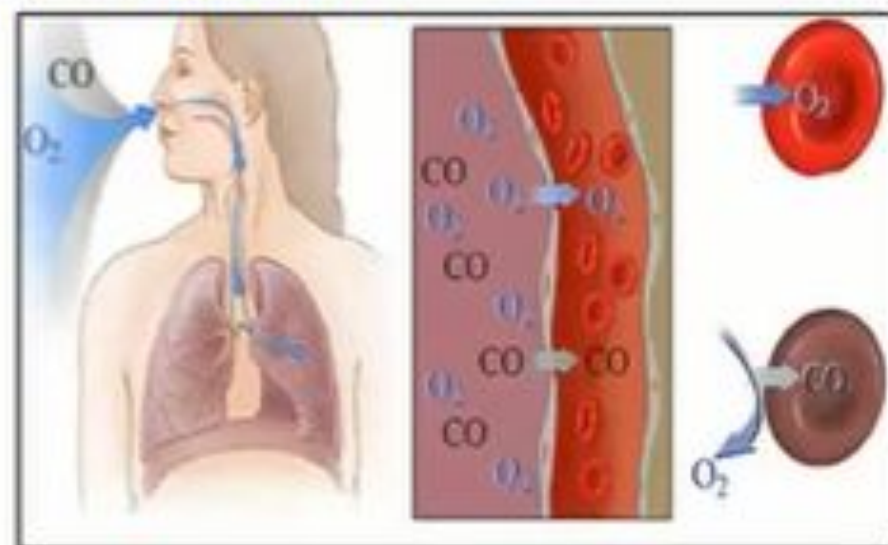
Элементы ответа:

- 1) **Сходство** : при транспортировке газов происходит их связывание с гемоглобином эритроцита;
 - 2) **Различие**: углекислый газ лучше растворяется в воде, поэтому его большая часть растворяется в плазме;
 - 3) **Углекислый газ в плазме** образует **угольную кислоту** (карбоксид ионы);
 - 4) **Кислород** образует с гемоглобином **оксигемоглобин**;
 - 5) **Углекислый газ** образует с гемоглобином **карбгемоглобин**;
 - 6) **При насыщении углекислым газом** кровь становится **вишневого цвета**.
- 3 балла — 5-6 без ошибок, 2 балла — 4 без ошибок, 1 балл — 3 без ошибок



УГАРНЫЙ ГАЗ- ПРОДУКТ НЕПОЛНОГО ГОРЕНИЯ

соединяется с гемоглобином и образует стойкое
соединение- **карбоксигемоглобин**



Отравление угарным газом

Угарный газ (СО)

Высокая концентрация угарного газа

Полная потеря сознания

До 0,08%

до 0,32%

выше 1,2%

1

2

3

+

+

+

Оксигемоглобин
 $O_2 + \text{гемоглобин}$
Карбгемоглобин
 $CO_2 + \text{гемоглобин}$
Карбоксигемоглобин –
 $CO + \text{гемоглобин}$ –
 очень стойкое соединение

СГ. 11-2020-2. 22. При длительном пребывании в гараже, если у машины включён двигатель, есть риск отравления очень токсичным веществом – угарным газом. Могут возникнуть головная боль, тошнота, сонливость. Чем обусловлено токсическое действие угарного газа на организм? Ответ поясните.



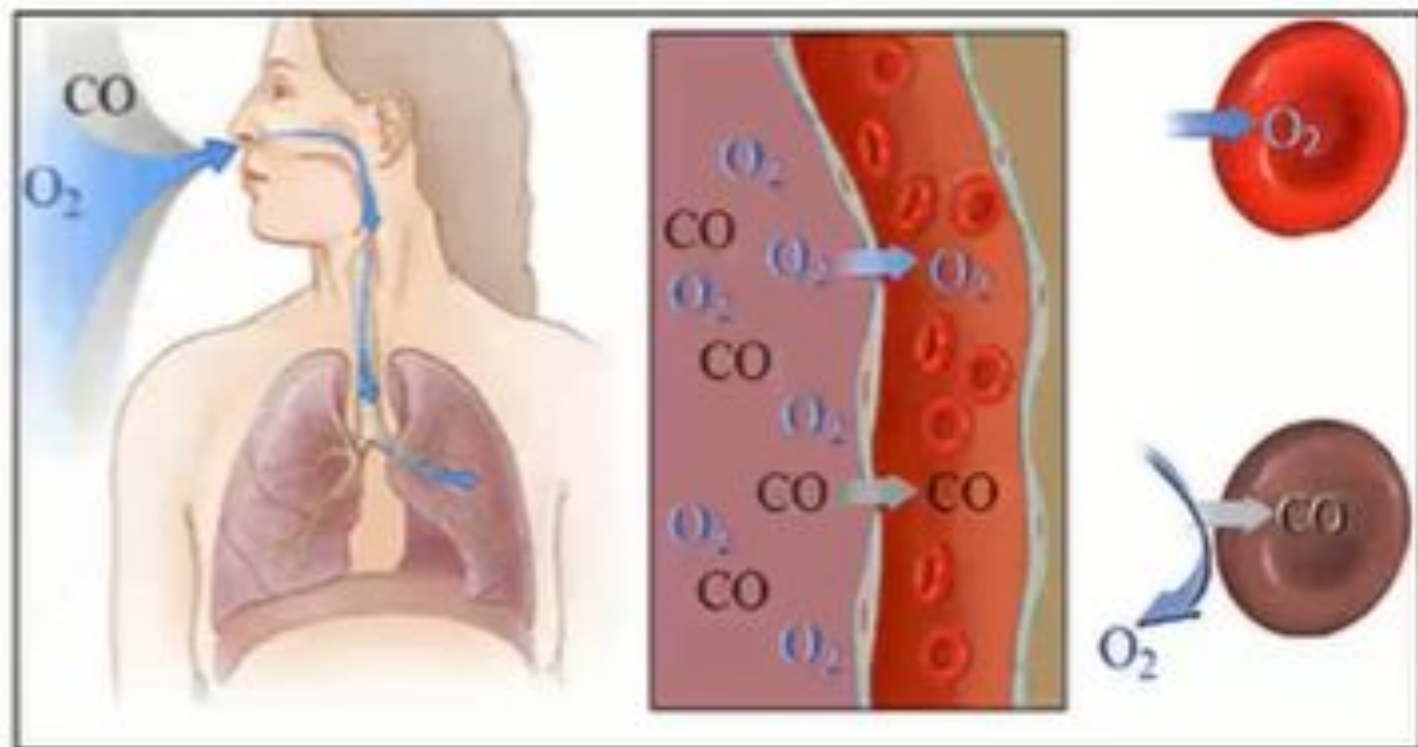
СГ. 11-2020-2. 22. При длительном пребывании в гараже, если у машины включён двигатель, есть риск отравления очень токсичным веществом – угарным газом. Могут возникнуть головная боль, тошнота, сонливость. Чем обусловлено токсическое действие угарного газа на организм? Ответ поясните.

Элементы ответа:

1) Угарный газ **образует прочный комплекс с гемоглобином крови**

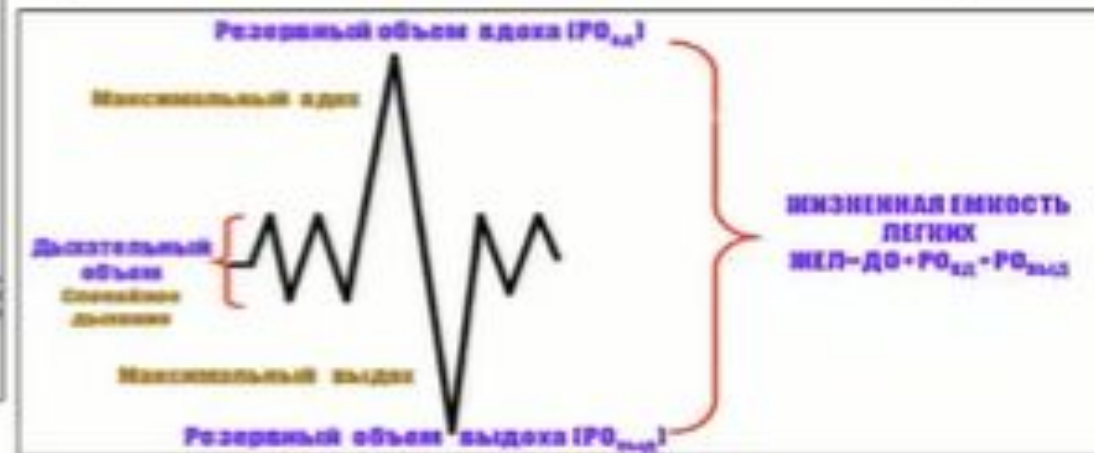
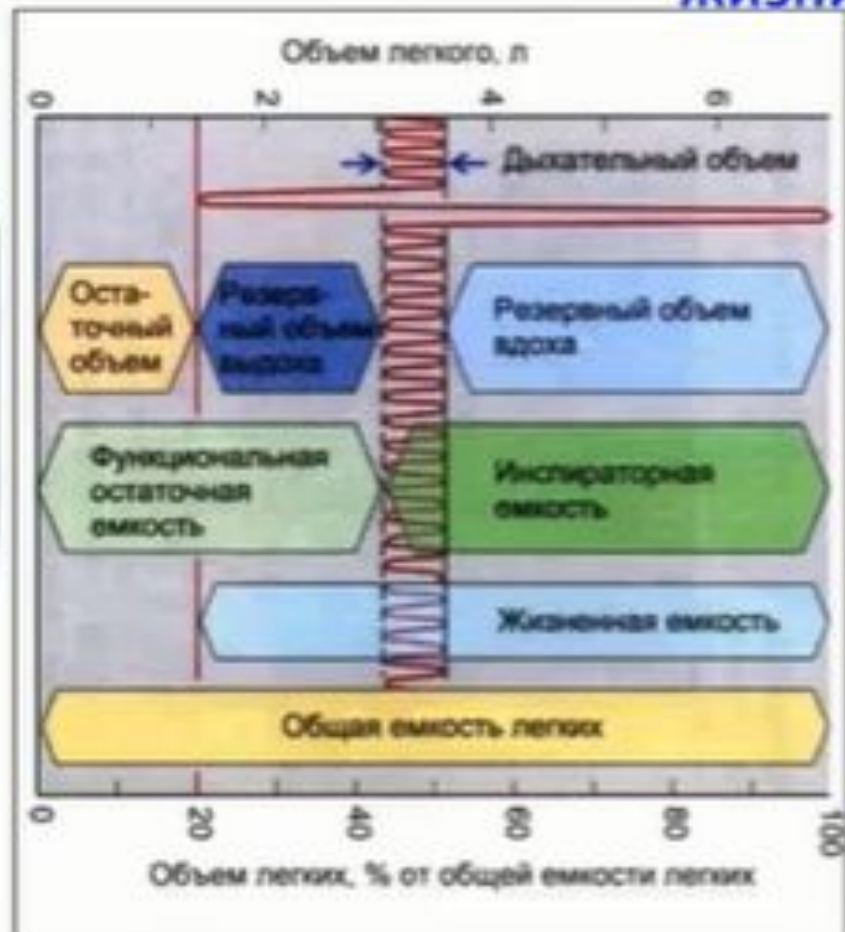
(**карбоксигемоглобин**);

2) Остаётся **мало свободного гемоглобина для транспортировки кислорода к клеткам** (возникает кислородное голодание из-за уменьшения концентрации свободного гемоглобина)



ЖИЗНЕННАЯ ЕМКОСТЬ ЛЕГКИХ (ЖЕЛ)

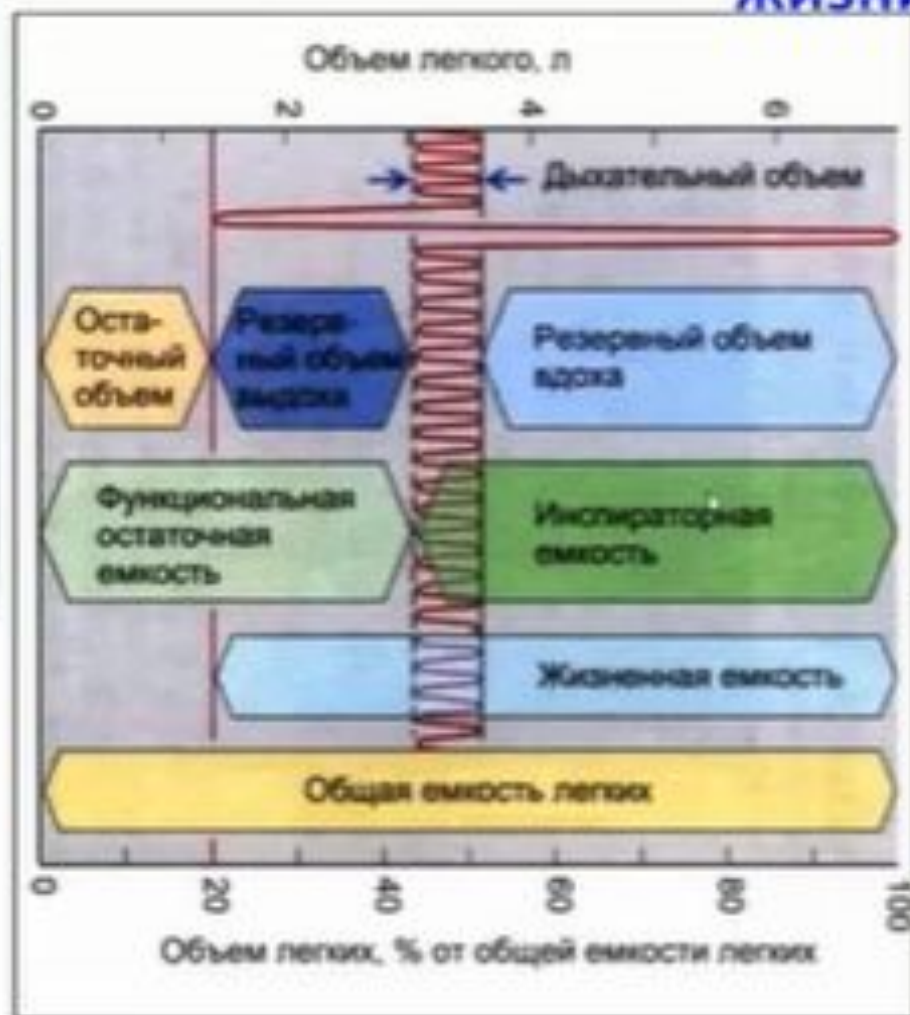
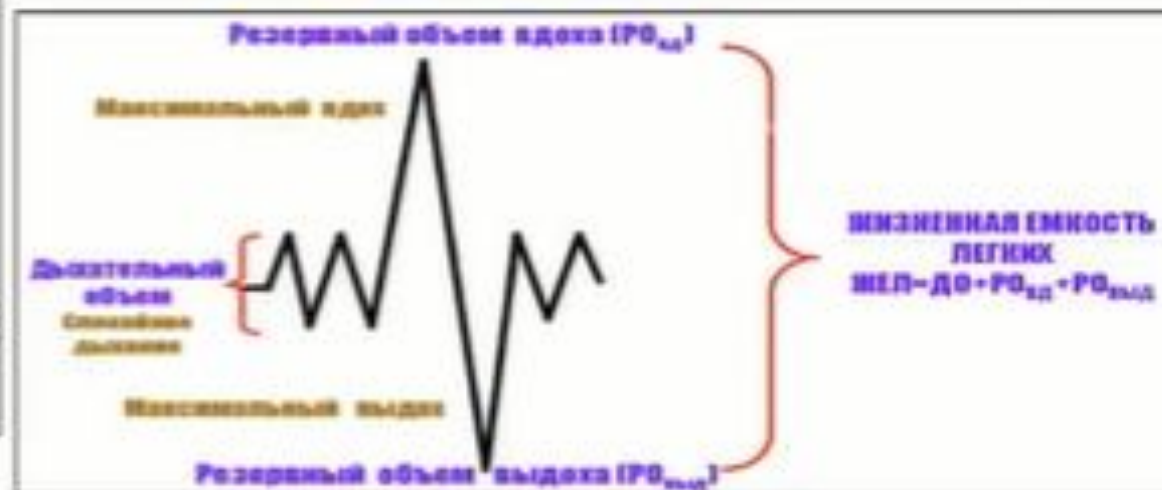
это наибольший объем воздуха, который человек способен выдохнуть после сильного вдоха. ЖЕЛ служит показателем физического развития человека. Зависит от возраста, пола, массы тела, степени тренированности, образа ЖИЗНИ



ЖИЗНЕННАЯ ЕМКОСТЬ ЛЕГКИХ (ЖЕЛ)

это наибольший объем воздуха, который человек способен выдохнуть после сильного вдоха. ЖЕЛ служит показателем физического развития человека. Зависит от возраста, пола, массы тела, степени тренированности, образа

ЖИЗНИ



Для взрослого человека
ЖЕЛ близка к **3500 мл.**
У физически тренированных лиц
достигает **до 6000—7000 мл,**
у курящих людей снижается на 300-400 мл.
Спирометр – прибор, определяющий ЖЕЛ



Кессонная болезнь

Наступает, когда азот или другой инертный газ дыхательной смеси, растворённый в крови под высоким давлением, не успевает полностью удалиться при резком снижении атмосферного давления и в крови образуются газовые пузырьки

Кессонная болезнь

Глубина более 12,5 м

С увеличением глубины на каждые 10 м давление среды возрастает на 1 атм.

В крови и тканях увеличивается парциальное давление O₂ и растворяется азот

ГЛУБИННОЕ ОПЬЯНЕНИЕ



- 1) **На глубине водоема давление повышено**, вследствие чего в крови растворяется гораздо больше газов, чем при нормальном атмосферном давлении.
- 2) При быстром всплытии с глубины водоема давление резко падает: растворимость газов в крови снижается, они не успевают выделяться через дыхательную систему - пузырьки газа образуются внутри сосудов
- 3) Образовавшиеся пузырьки газа закупоривают просвет сосудов, приводя к их разрыву, нарушению кровоснабжения органов и тканей, что может закончиться гибелью водолаза

22. Почему водолазу опасно быстро подниматься с большой глубины на поверхность воды?

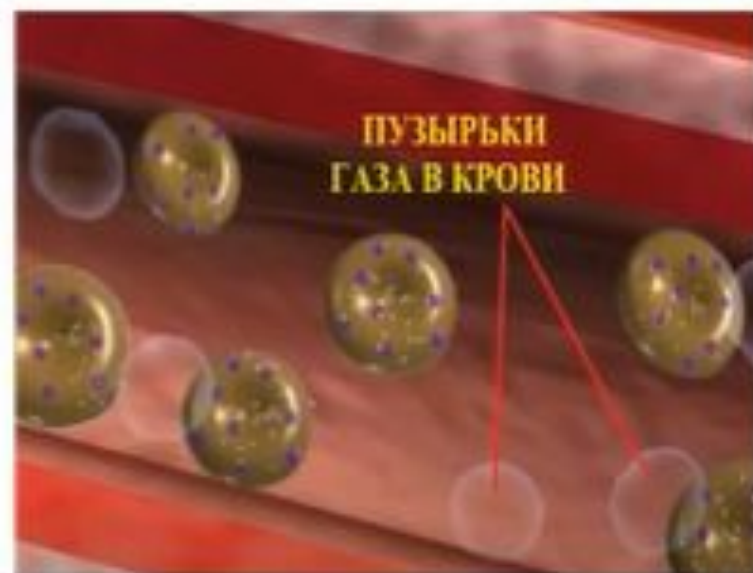
Кессонная болезнь

Глубина более 12,5 м

С увеличением глубины на каждые 10 м давление среды возрастает на 1 атм.

В крови и тканях увеличивается парциальное давление O_2 и растворяется азот

ГЛУБИННОЕ ОПЬЯНЕНИЕ.



22. Почему водолазу опасно быстро подниматься с большой глубины на поверхность воды?

Элементы ответа:

1) При быстром подъеме водолаз может заболеть кессонной болезнью - головокружение, боли в суставах и мышцах, кожный зуд. В тяжелых случаях могут наступать параличи отдельных органов и смерть.

2) При подъеме водолаза происходит выделение избыточного воздуха через легкие. При быстром подъеме пузырьки воздуха, выделяются прямо в кровь; крупные пузырьки могут закупорить кровеносные сосуды и нарушить кровообращение отдельных частей организма, могут вызвать в разных частях тела растяжение и разрыв мелких кровеносных сосудов.

Кессонная болезнь

Глубина более 12,5 м

С увеличением глубины на каждые 10 м давление среды возрастает на 1 атм.

В крови и тканях увеличивается парциальное давление O_2 и растворяется азот

ГЛУБИННОЕ ОПЬЯНЕНИЕ



КИСЛОРОД

АЗОТ

ЭРИТРОЦИТ



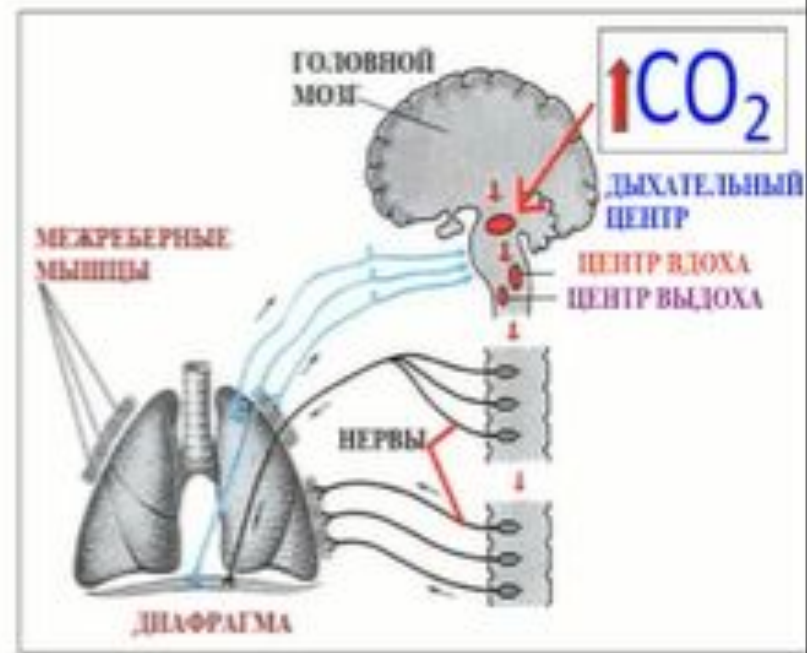
ПУЗЫРЬКИ
ГАЗА В КРОВИ



РЕГУЛЯЦИЯ ДЫХАНИЯ

НЕРВНАЯ
(центр дыхания-продолговатый мозг)

ГУМОРАЛЬНАЯ



РЕГУЛЯЦИЯ ДЫХАНИЯ

НЕРВНАЯ
(центр дыхания-продолговатый мозг)

ГУМОРАЛЬНАЯ

ИМПУЛЬСЫ

**ПОВЫШЕНИЕ
УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА
В КРОВИ**

**СИМПАТИЧЕСКИЙ
НЕРВ**

**ПАРАСИМПАТИЧЕСКИЙ
НЕРВ**

ДЫХАНИЕ УЧАЩАЕТСЯ

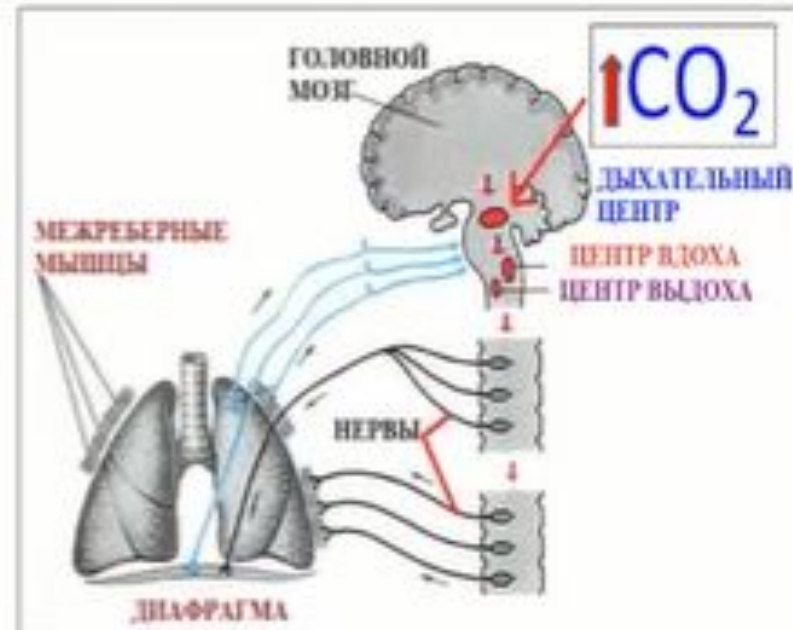
**ЧАСТОТА
ДЫХАНИЯ
УВЕЛИЧИВАЕТСЯ**

**ЧАСТОТА
ДЫХАНИЯ
УМЕНЬШАЕТСЯ**

**В РЕГУЛЯЦИИ УЧАСТВУЕТ И
КОРА БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ:
ЧЕЛОВЕК МОЖЕТ САМ
ИЗМЕНИТЬ ЧАСТОТУ И ГЛУБИНУ
ДЫХАНИЯ, НА НЕКОТОРОЕ
ВРЕМЯ ЗАДЕРЖИВАТЬ
ДЫХАНИЕ.**



ДЫХАТЕЛЬНЫЙ
ЦЕНТР
(ПРОДОЛГОВАТЫЙ
МОЗГ)



↑ CO₂

ДЫХАТЕЛЬНЫЙ
ЦЕНТР

ЦЕНТР ВДОХА
ЦЕНТР ВЫДОХА

МЕЖРЕБЕРНЫЕ
МЫШЦЫ

НЕРВЫ

ДИАФРАГМА

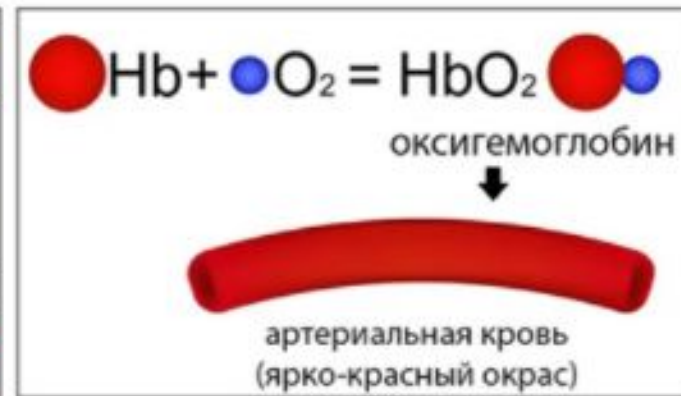
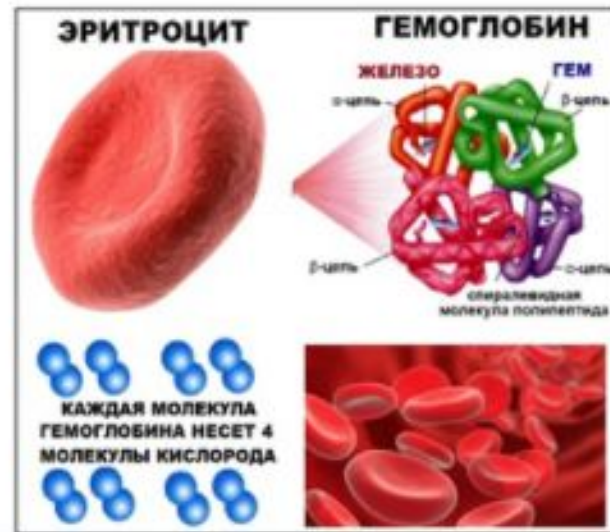
Известно, что кислород может растворяться в воде. Почему в организме человека кислород транспортируется эритроцитами, а не плазмой крови? Какое видимое изменение крови может служить фактом связывания кислорода с эритроцитами? Ион какого химического элемента и как при этом изменяется?

Содержание верного ответа и указания к оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Элементы ответа:</p> <p>1) растворимость кислорода в воде (в плазме) очень низкая;</p> <p>2) кислород для транспорта его кровью связывается с гемоглобином;</p> <p>3) гемоглобин содержится в эритроцитах крови;</p> <p>4) кислород, соединяясь с гемоглобином, изменяет цвет крови с тёмно-красного (венозная) на алый (артериальная);</p> <p>5) ион железа соединяется с кислородом;</p> <p>6) железо окисляется (ион железа +2 превращается в ион железа +3)</p> <p><i>За дополнительную информацию, не имеющую отношения к вопросу задания, баллы не начисляются, но за наличие в ней ошибок снимается 1 балл</i></p>	
Ответ включает в себя пять-шесть названных выше элементов, не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает в себя четыре из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок	2
Ответ включает в себя три из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок	1
Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла.	0
ИЛИ Ответ неправильный	
<i>Максимальный балл</i>	3

2020 (O) 25. Известно, что кислород может растворяться в воде. Почему в организме человека кислород транспортируется эритроцитами, а не плазмой крови? Какое видимое изменение крови может служить фактом связывания кислорода с эритроцитами? Ион какого химического элемента и как при этом изменяется?

Элементы ответа:

- 1) Растворимость кислорода в воде (в плазме) очень низкая.
 - 2) Кислород для транспорта его кровью связывается с гемоглобином.
 - 3) Гемоглобин содержится в эритроцитах крови.
 - 4) Кислород, соединяясь с гемоглобином изменяет цвет крови с темно-красного (венозная) на алый (артериальная).
 - 5) Ион железа соединяется с кислородом.
 - 6) Железо окисляется (ион железа +2 превращается в ион железа +3)
- 3 балла-5-6 элементов, 2 балла-4 элемента, 1 балл- 3 без ошибок



СГ. 23. На рисунке изображены вдох и выдох человека. Определите, на каком из рисунков изображён вдох, а на каком – выдох? **Объясните свой ответ.** Какова роль диафрагмы в глубоком вдохе? За счёт чего диафрагма возвращается на исходное место при глубоком выдохе?

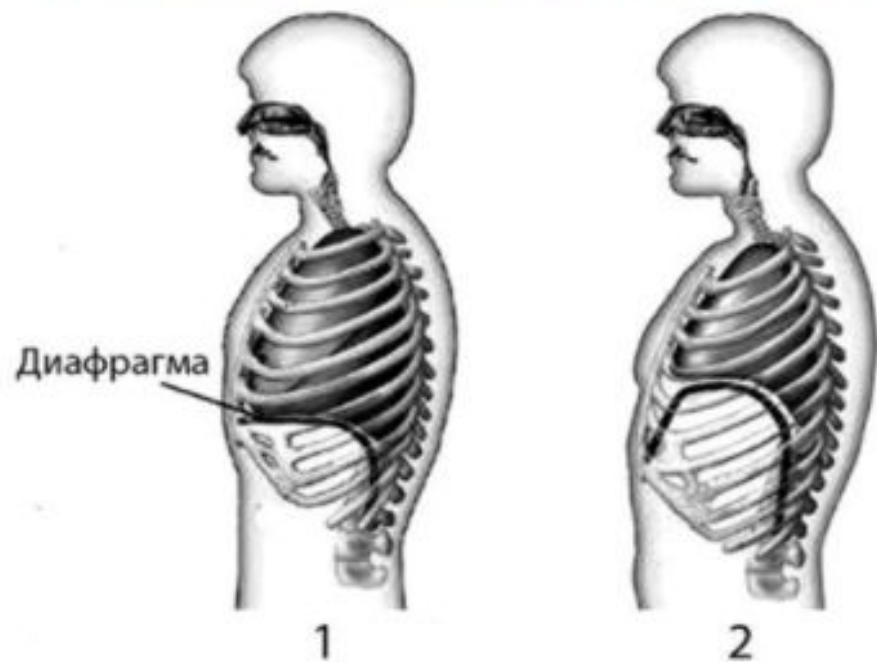
Элементы ответа:

1) Цифрой 1 обозначен вдох, цифрой 2 – выдох;

2) При вдохе объём лёгких увеличивается, при выдохе уменьшается

3) При глубоком вдохе диафрагма сокращается, опускается вниз, объём лёгких увеличивается (что изображено на рисунке слева)

4) При глубоком выдохе диафрагма возвращается на место из-за сокращения мышц брюшного пресса (передней стенки брюшной полости)

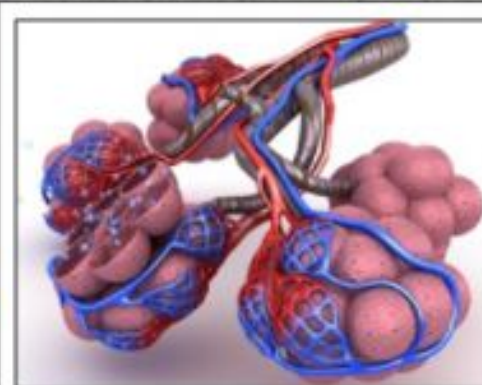


2020 (O) 25. Какой физический процесс лежит в основе поступления кислорода к тканям человека и животных? Какими характеристиками должна обладать дыхательная поверхность, для того что бы этот физический процесс мог происходить наиболее эффективно? Приведите 3 характеристики. **Ответ поясните.**

Элементы ответа:

- 1) Физический процесс - **диффузия**;
- 2) Дыхательная поверхность **должна быть тонкой**;
- 3) Такая поверхность **легко проницаема для газов**;
- 4) Дыхательная поверхность **должна иметь большую площадь**;
- 5) Она будет **обеспечивать максимальное поступление кислорода**;
- 6) Дыхательная поверхность **должна быть влажной**;
- 7) Такая среда **обеспечивает растворение и диффузию кислорода**.

1 балл от 4 критериев.



ГАЗООБМЕН В ЛЕГКИХ И ТКАНЯХ
совершается благодаря **диффузии газов** (движению молекул газа из стороны большей концентрации в сторону меньшей) через стенки альвеол и капилляров.

