

Учебное пособие

# «Кровообращение глазами физика и физиолога»

**Автор:** Логвинов Александр, 10 класс, МОУ «Средняя общеобразовательная школа №28» г. Калуги.

**Руководитель:** Логвинова Елена Николаевна, учитель биологии МОУ «Средняя общеобразовательная школа №28» г. Калуги.

**Консультанты:**

Селюнина Ирина Владимировна, научный сотрудник Государственного музея истории космонавтики,  
Терновых Павел Николаевич, инженер видеомонтажа т/к REN TV Калуга.

Калуга 2007 - 2008

- **Цель исследования:** найти соответствие между физиологическими процессами, происходящими при кровообращении, и понятиями и законами физики.
  
- **Задачи.**
  1. Исследовать литературу, затрагивающую вопросы истории изучения кровообращения, научных открытий в этой области.
  2. Ознакомившись с основными понятиями и законами физики, выдвинуть гипотезу о возможности описания кровообращения с помощью выявленных понятий и о выполнении закона Бернулли при движении крови по сосудам.
  3. Доказать гипотезу, подтвердив конкретными примерами и фактами
  4. Составить учебное пособие по данной теме.

**Методы исследования:** анализ, синтез, сравнение, абстрагирование, обобщение.

**Объект исследования:** движение крови по сосудам.

**Предмет исследования:** учебная и научно-популярная литература по физике и биологии.

## Понятия

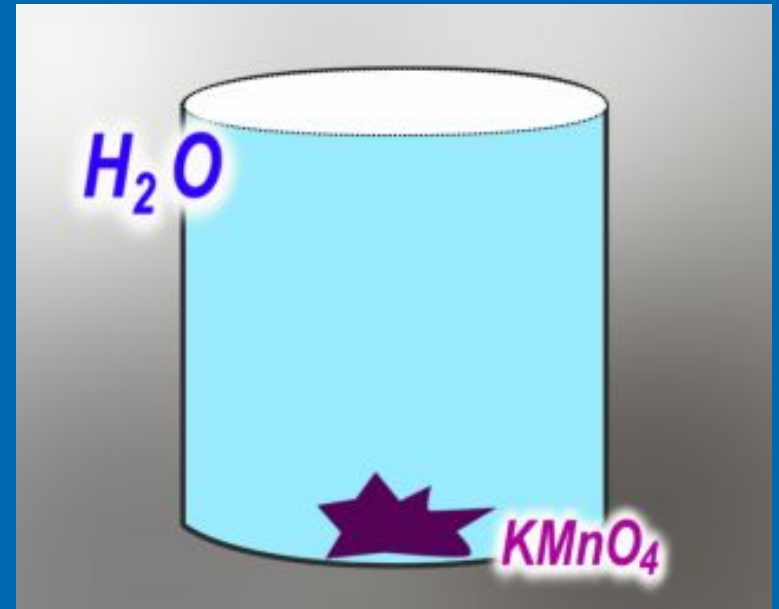
- диффузия
- теплопередача
- электрический заряд
- звуковые волны
- периодические движения
- автоколебательные системы
- упругость
- скорость
- давление

## Закон Бернулли

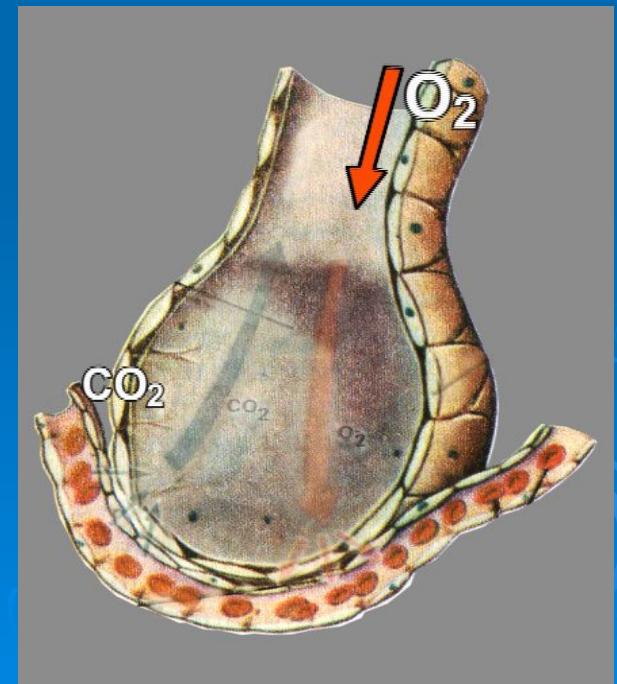
**Гипотеза:** с помощью всех ли выявленных нами понятий физики можно описать кровообращение, и выполняется ли закон Бернулли в кровообращении?

## Физическое понятие.

Диффузия – это взаимное проникновение веществ друг в друга, происходящее вследствие беспорядочного движения частиц вещества (броуновское движение).



**Физиологические процессы.** Обмен газов в легких, а также обмен веществ и газов в тканях происходят через тонкие стенки капилляров благодаря диффузии.



**Физическое понятие.** Теплопередача (теплообмен)

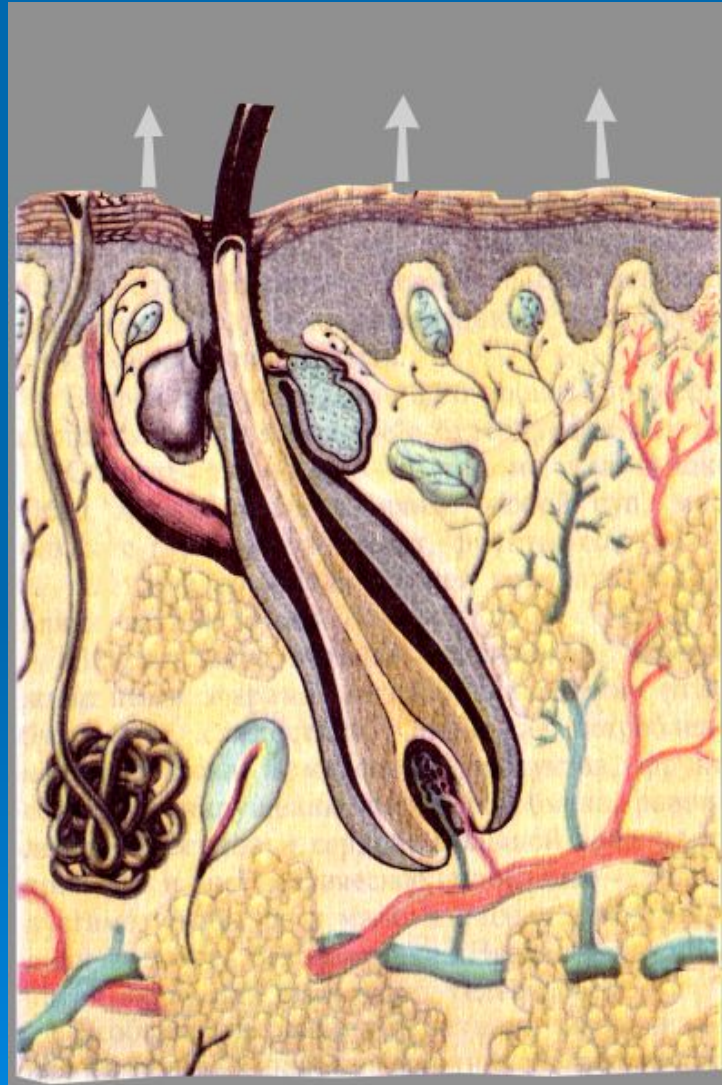
– процесс изменения внутренней энергии, при котором над телом не совершается работа, а энергия передаётся от одних частиц к другим.

**Физиологические процессы.**

Отдача избытка тепла происходит через сосуды кожи, в которые может вместиться до 30% всей крови организма. С помощью нервной системы регулируется просвет кровеносных сосудов:

при охлаждении тела сосуды сужаются, что уменьшает теплоотдачу, а при перегревании - наоборот.

# Механизм теплообмена в коже



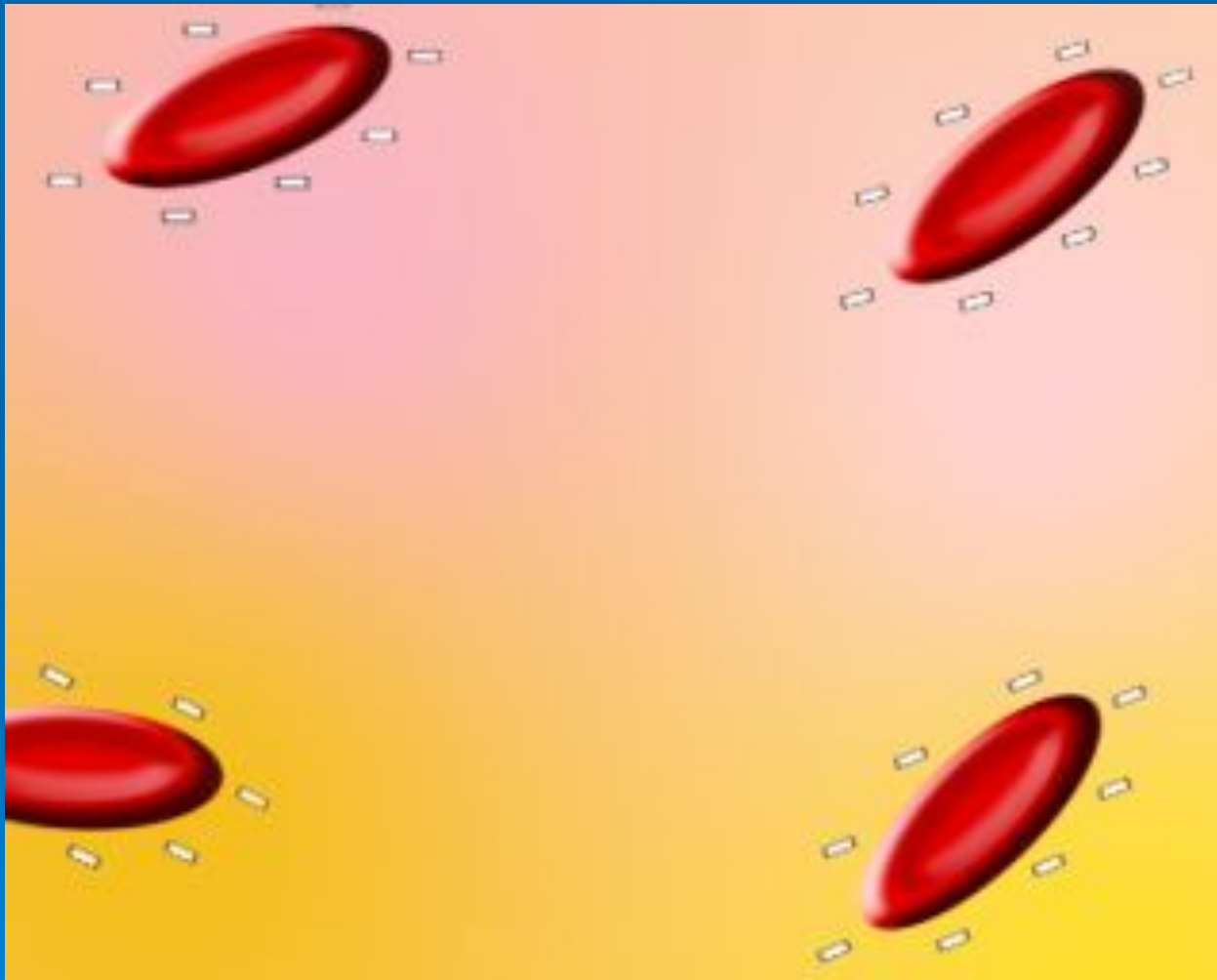
**Физическое понятие. Электрический заряд** – это количественная мера способности тела к электромагнитным взаимодействиям. Он бывает двух видов – положительный и отрицательный.

### ***Физиологические процессы.***

**Мембраны красных кровяных клеток эритроцитов заряжены отрицательно,** поэтому они, отталкиваясь друг от друга, не склеиваются.

□ Сокращения сердца сопровождаются электрическими процессами, которые можно обнаружить как переменную разность потенциалов между симметричными точками поверхности тела и записать специальными приборами (**электрокардиограмма**).

# Процесс склеивания эритроцитов





# Электрокардиограмма

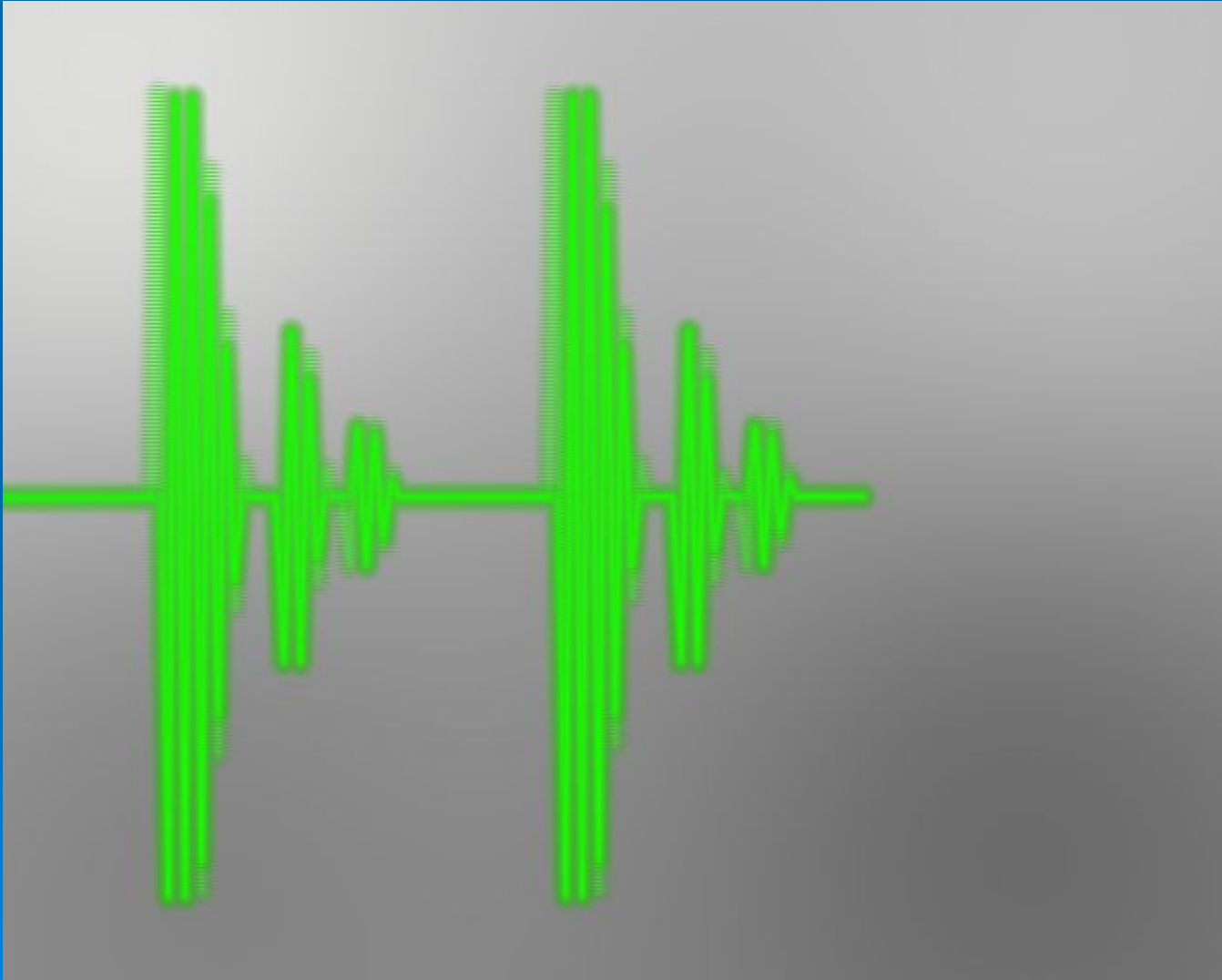


**Физическое понятие.** Звуковые волны – это процессы сжатия и разрежения, распространяющиеся в воздухе .

### **Физиологические процессы.**

□ Если к грудной клетке приложить ухо или фонендоскоп, то можно услышать ритмичные звуки – тоны сердца. Их три: первый тон возникает при сокращении желудочков и обусловлен колебаниями сухожильных нитей и закрытием створчатых клапанов; второй тон возникает в начале диастолы в результате закрытия полулунных клапанов артерий, а третий тон – очень слабый, его можно уловить только с помощью чувствительного микрофона. Он возникает вследствие наполнения кровью предсердий.

# Фонокардиограмма



**Физическое понятие.** Периодическое движение – это повторяющееся движение, у которого каждый цикл почти в точности воспроизводит любой другой цикл.

### *Физиологические процессы.*

*Сердце человека сокращается ритмически с частотой 65-75 раз в 1 минуту. После каждого сокращения наступает пауза .*

*Сердечный цикл состоит из трёх фаз: сокращение предсердий (0,1с), сокращение желудочков (0,3с) и расслабление сердца с паузой (0,4с).*

# Строение сердца человека

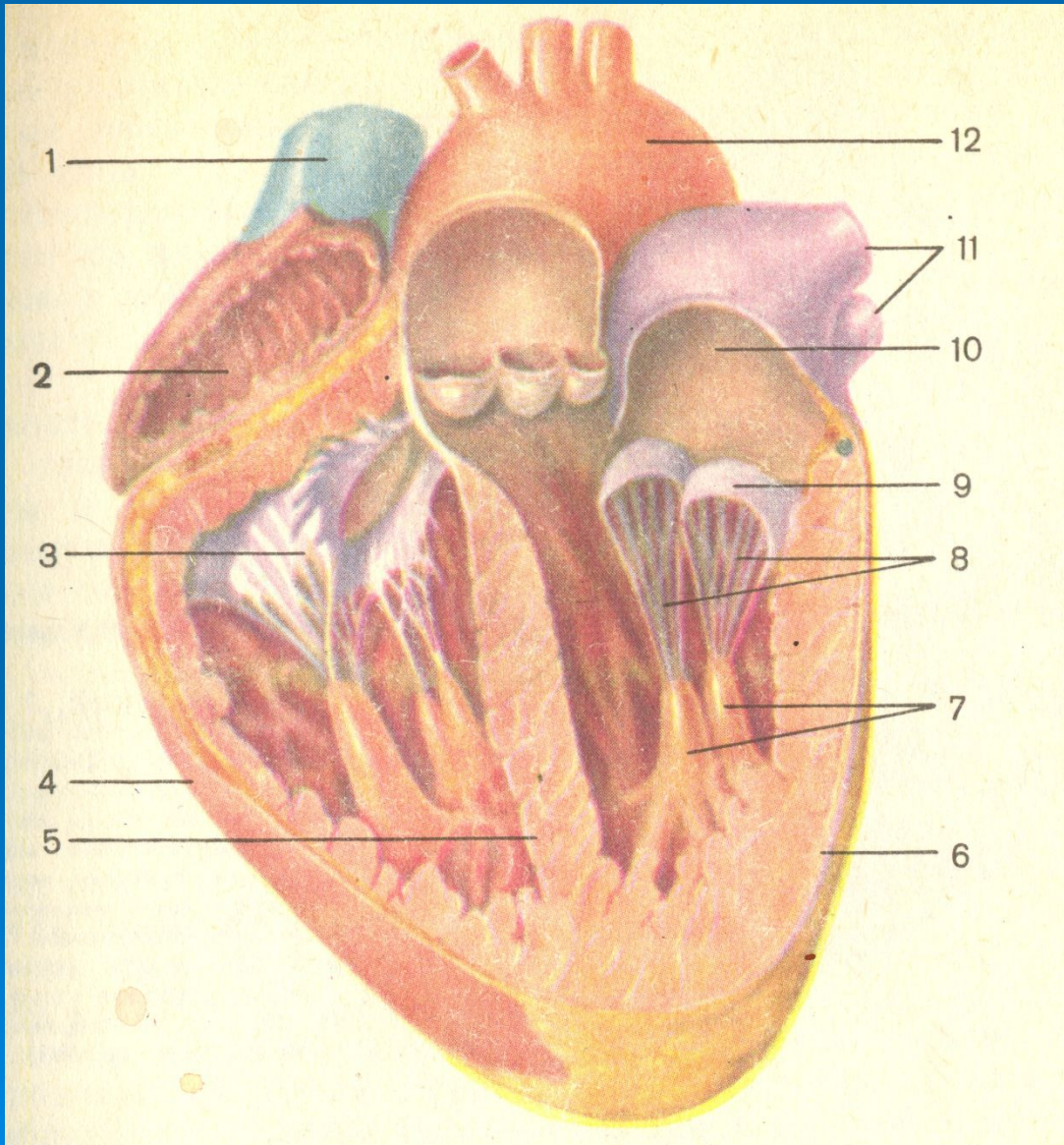


Рис. Сердце человека ,  
продольный разрез:

1 - верхняя полая вена,  
2 - правое предсердие,  
3 - правый предсердно-  
желудочковый клапан,  
4 - правый желудочек,  
5 - межжелудочковая  
перегородка,  
6 - левый желудочек,  
7 - сосочковые мышцы,  
8 - сухожильные хорды,  
9 - левый предсердно-  
желудочковый клапан,  
10 - левое предсердие,  
11 - лёгочные вены,  
12 - дуга аорты.

**Физическое понятие.** Автоколебания – незатухающие колебания в системе, поддерживаемые внутренними источниками энергии при отсутствии воздействия внешней силы.

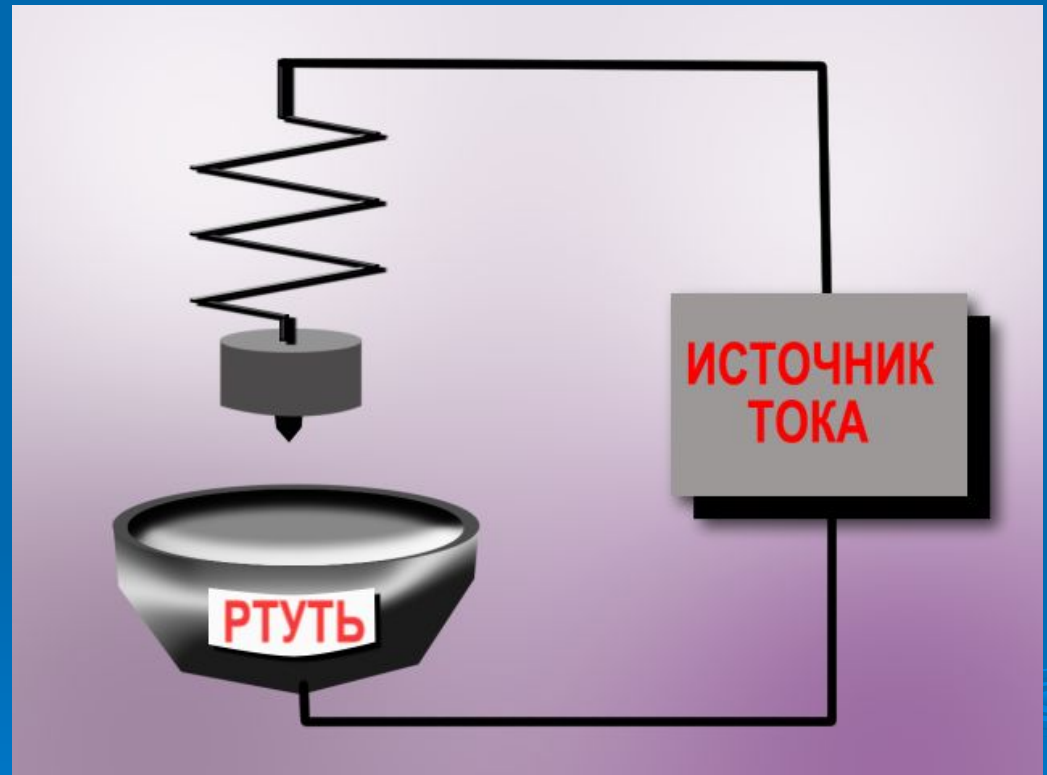
### *Физиологические процессы.*

*В сердце есть скопления нервных клеток, которые обладают автоматизмом, то есть возбуждение возникает в них самих и не приходит из других участков нервной системы. Их два, и они находятся в правом предсердии – у места впадения верхней полой вены и у перегородки, отделяющей предсердие от желудочка.*

# Принцип работы автоколебательной системы

Рис. Принцип действия автоколебательной системы:

- 1- источник тока,
- 2- пружина,
- 3- груз,
- 4- чашка со ртутью.



**Физическое понятие.** Упругость – сила, возникающая в результате деформации тела и направленная в сторону, противоположную перемещениям частиц тела при деформации.

### ***Физиологические процессы.***

□ Стенки аорты состоят из мощной наружной соединительной ткани и мышечного слоя. При сокращении желудочков аорта растягивается. А когда желудочек расслабляется, давление в аорте падает, её стенки благодаря упругим свойствам немного спадаются. Упругость артерий обеспечивает ещё одно физиологическое явление – это артериальный пульс.



**Физическое понятие.** Скорость – это отношение перемещения к промежутку времени, за которое произошло это перемещение.

Для жидкостей, текущих по трубам, скорость зависит от площади их поперечного сечения.

### **Физиологические процессы.**

- Скорость движения крови зависит от ширины кровеносного русла. В аорте скорость максимальна. Артерии, на которые она ветвится, имеют меньший диаметр, однако, общая площадь поперечного сечения всех артерий возрастает, поэтому скорость уменьшается. Общая ширина просветов капилляров больше, следовательно, скорость кровотока здесь ещё меньше. Вены имеют меньший просвет, чем капилляры, но больший, чем артерии, поэтому скорость в них - средняя.

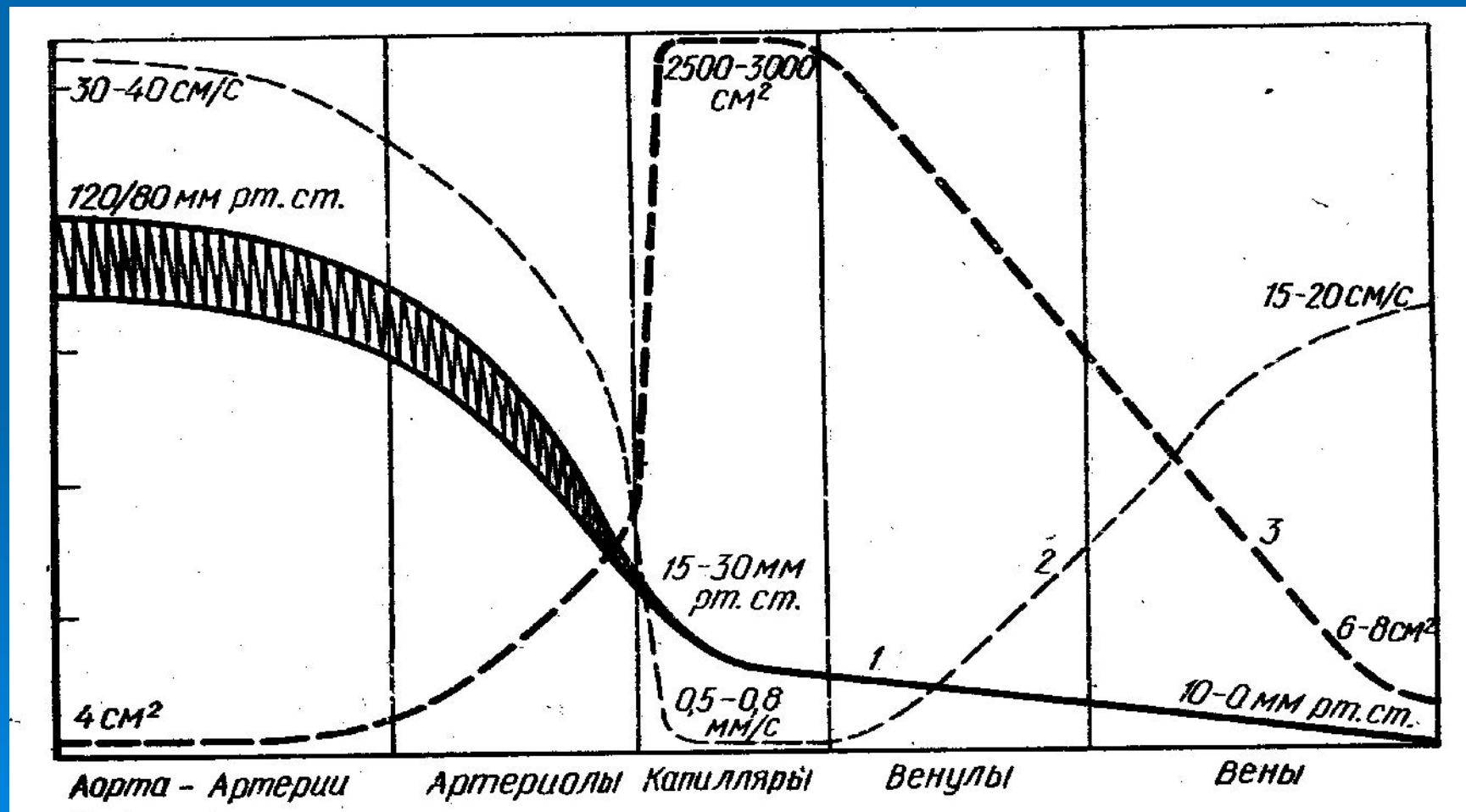
**Физическое понятие.** Давление – это отношение силы, действующей перпендикулярно к поверхности, к площади этой поверхности.

$P=F/S$  (P- давление, F- сила, S- площадь поперечного сечения)

### ***Физиологические процессы.***

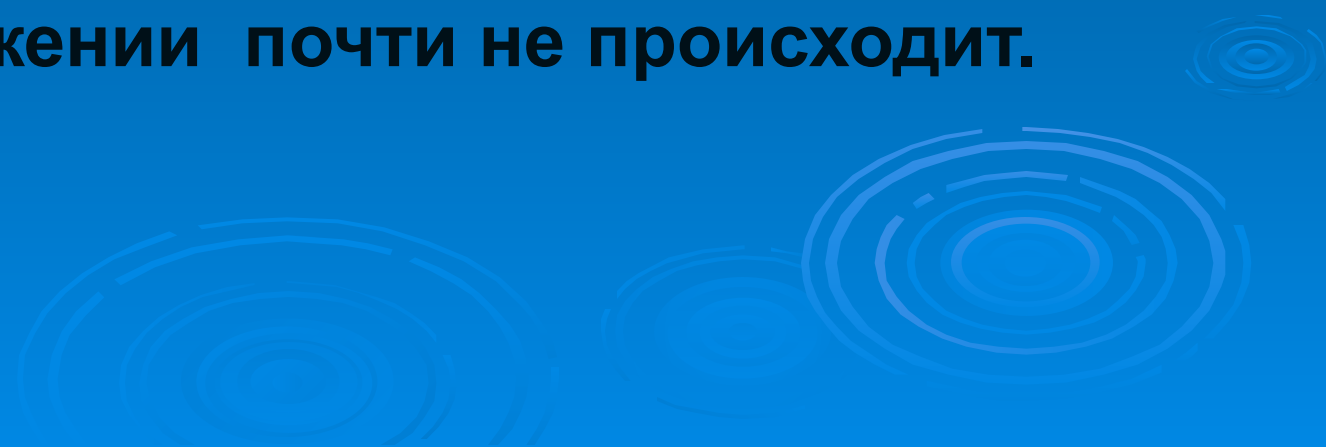
□ Сокращаясь, сердечная мышца оказывает сильное давление на находящуюся в желудочках кровь. Кровь передаёт давление стенкам сосудов. Измеряя давление в плечевой артерии с помощью манометра, врач отмечает верхнее (в момент сокращения) и нижнее (в момент расслабления). Нормальное давление – 120-140/60-80 мм ртутного столба. По мере продвижения по кровяному руслу давление падает, так как благодаря действию силы сопротивления, зависящей от трения, упругости сосудов, вязкости крови, сила, действующая на кровь, уменьшается. Минимальное давление – венах.

# Соотношение площади поперечного сечения сосудов, скорости и давления крови.



**Закон Бернулли** - давление жидкости, текущей по трубе, больше там, где скорость движения меньше, и наоборот: давление меньше там, где скорость больше.

В трубах не очень длинных и широких трение так мало, что им можно пренебречь. При этих условиях падение давления при движении почти не происходит.



# Закон Бернулли

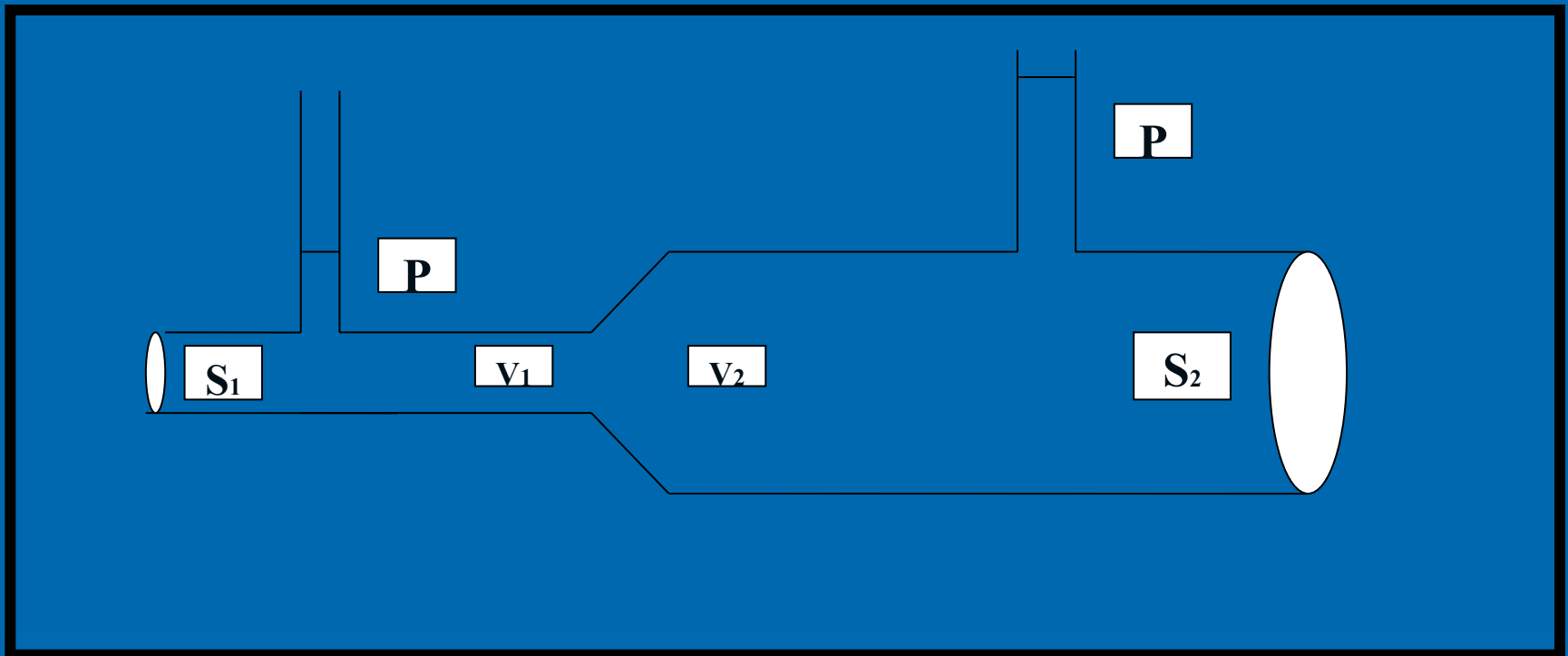


Рис. Закон Бернулли:

- $v$  - скорость,
- $S$  - площадь поперечного сечения,
- $P$  - давление.
- $S_2 > S_1$
- $v_2 < v_1$
- $P_2 > P_1$

## ***Физиологические процессы.***

***В кровяном русле при переходе крови из артерий в капилляры скорость её тока уменьшается, так как увеличивается общая площадь поперечного сечения сосудов. А давление падает из-за уменьшения силы, действующей на кровь. Этот факт говорит о том, что закон Бернулли не выполняется при движении крови по сосудам, так как кровь – вязкая жидкость, и силой трения пренебречь **нельзя**.***

# *Тема: «Изучение движения крови по сосудам с точки зрения физики».*

- Учебное пособие в форме презентации. (Компьютерный диск, слайды № 3 -22) .
- Рекомендовано для использования на уроках биологии в 8 классе при изучении кровообращения и на уроках физики при изучении указанных понятий и закона Бернулли, а также для факультативных занятий и курсов по выбору.

# Уточнения

- 1. В учебнике биологии ( Колесов Д.В., Маш Р.Д., Беляев И. Н. Биология. Человек, 8 кл. – М.: ДРОФА, 2001) вопросы об обмене газов и веществ в лёгких и тканях не рассматриваются с точки зрения диффузии, либо используется термин «просачиваются» через стенки капилляров (стр.102, 107).
- 2. При описании строения стенок сосудов и передвижения крови по ним с точки зрения физики более уместно применить понятие «упругость», чем эластичность (стр.104).
- 3. Об электрическом заряде на поверхности эритроцитов вообще не упоминается, поэтому причины изменения СОЭ при заболеваниях не разъясняются (стр.84, 87).
- 4. О звуковых колебаниях (тонах) при сердечных сокращениях, а тем более о «шумах» в сердце, материала в учебнике нет (стр.112).



# Выводы

- Цель, которую мы перед собой поставили, достигнута. Мы выяснили, используя какие физические понятия можно охарактеризовать кровообращение. В ходе работы были предложены уточнения к учебнику биологии.
- Сопоставление физики и физиологии не только расширяет знания о кровообращении, но делает их более точными, аргументированными, практически значимыми.
- Гипотеза, выдвинутая нами, подтвердилась не полностью. В силу ряда объяснимых причин закон Бернулли не выполняется в кровяном русле.
- Мы будем рады, если наш труд не окажется напрасным, а таблицы, уточнения к учебнику биологии, выводы, полученные в ходе исследования, и «Учебное пособие» помогут учителям и учащимся.
- Продолжить подобные исследования можно и по другим аспектам физиологии.

***Спасибо за внимание !***