

Флуиди

- Какво наричаме флуид?

Газовете и течностите могат (имат способността) да се движат по тръби (да текат). Това свойство се нарича флуидност.

Ето защо газовете и течностите се наричат флуиди.

- Свиваемост

Свиваемост е свойство на флуида да намалява обема и повишава плътността си, при увеличаване налягането върху него.

- Вътрешно триене

Вътрешно триене е взаимодействието между градивните частици на флуида при движението им.

- Идеален флуид

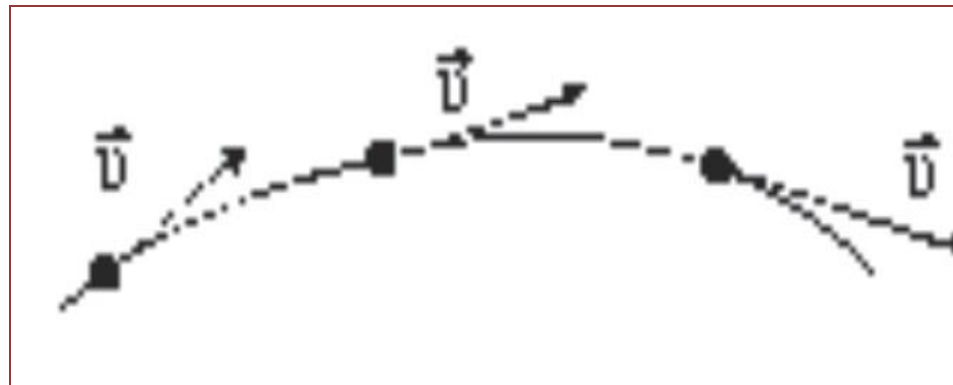
Идеален флуид наричаме несвиваем флуид, без вътрешно триене.

Идеалният флуид има постоянна плътност и постоянен обем и няма сили на вътрешно триене.

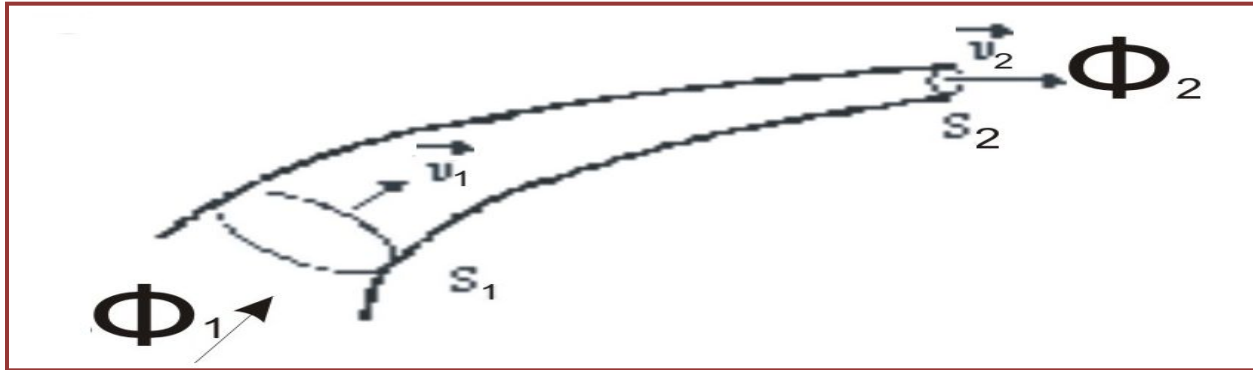
- Токова линия

Токова линия се нарича траекторията, която описва движението на една частица от флуида.

Скоростта на частицата е допирателна към траекторията.



- Токова тръба



Пространството ограничено от няколко токови линии, се нарича токова тръба.

S1 и S2 са две сечения

V1 и V2 са скоростите на флуида през тези сечения

$$S.V = \text{const.}$$

$$S_1.V_1 = S_2.V_2 \longrightarrow S_1/S_2 = V_2/V_1$$

Връзката между сечението и скоростта е
обратнопропорционална.

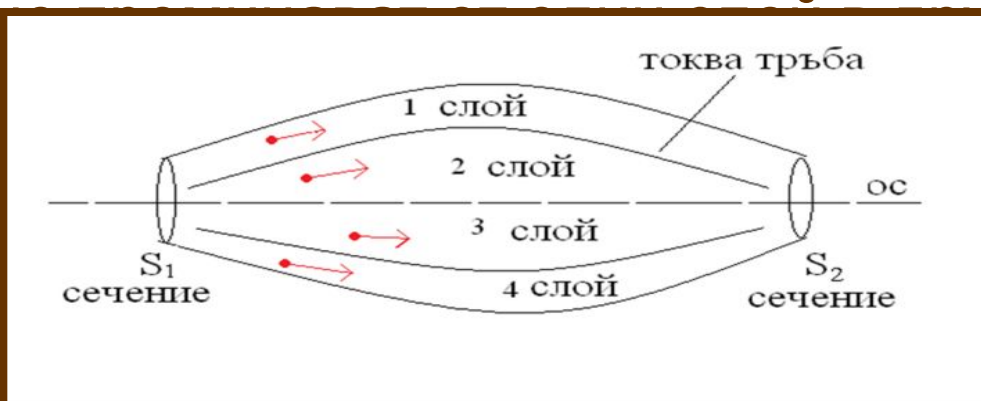
| | <i>Форма</i> | <i>Обем</i> | <i>Свиваемост</i> | <i>Вътрешно триене</i> |
|-----------------|--|-----------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| <i>газове</i> | <i>Нямат собствена форма. Те заемат формата на съда, в който се намират.</i> | <i>Нямат собствен обем.</i> | <i>Силно свиваеми.</i> | <i>По - слабо от течностите.</i> |
| <i>течности</i> | <i>Нямат собствена форма.</i> | <i>Имат собствен обем.</i> | <i>Малка свиваемост.</i> | <i>По - силно от газовете.</i> |

● Видове движения при флуиди:

➤ Стационарно движение - когато скоростта на флуида в дадена точка е постоянна с времето, движението е стационарно.

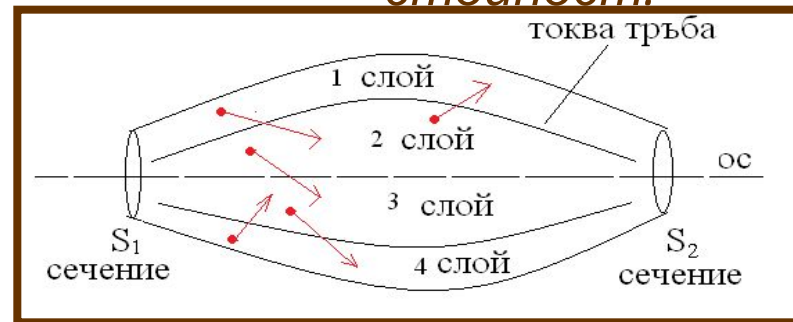
➤ Нестационарно движение - когато скоростта на флуида в дадена точка се променя с времето, движението е нестационарно.

➤ Ламинарно движение - ако частиците се движат в отделни слоеве, като S_1 и S_2 са сеченията, движението се нарича ламинарно. Флуидът се движи в S_1 и S_2 сеченията, движението е ламинарно.



- ✓ Турболентно движение - ако частиците на флуида се движат хаотично и слоевете се смесват, движението се нарича турбулентно.

Такова движение се получава, когато големината на скоростта на флуида е по - голяма от определена стойност.

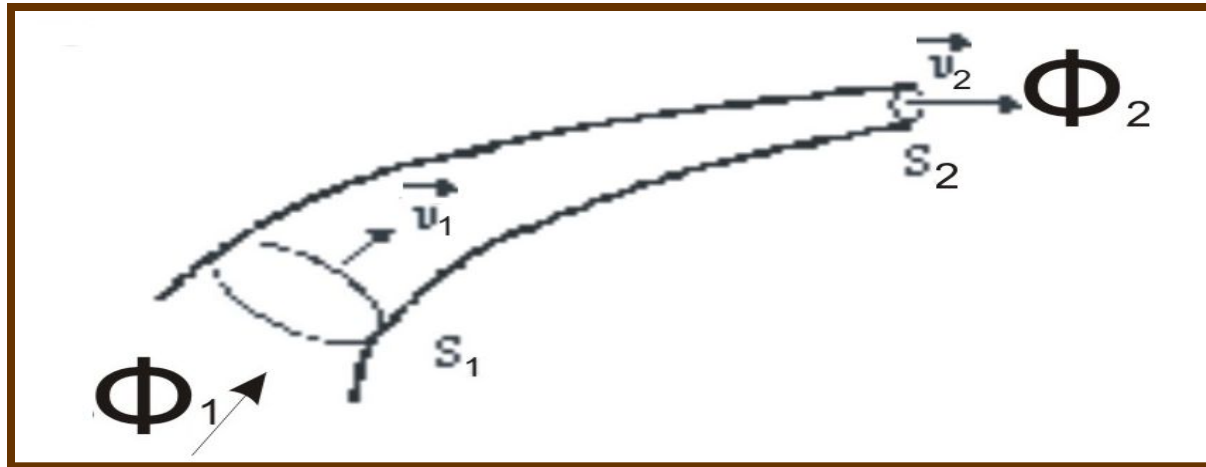


- **Обемен поток (дебит)** - обемът флуид V , който минава през дадено сечение на тръбата за единица време, се нарича **обемен поток (дебит) Φ (m^3/s)**.

$$\Phi = V / t$$

- Уравнение за непрекъснатост

$$s \cdot v = \text{const.}$$



Нека през една тръбата тече идеален несвиваем флуид .

Φ_1 - обемният поток през сечение S_1

Φ_2 - обемният поток през сечение S_2

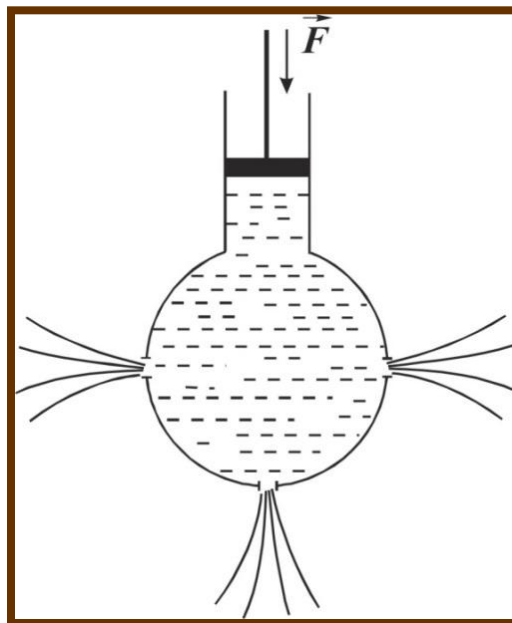
$$\Phi_1 = \Phi_2 = \text{const.}$$

$$S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2 = \text{const.}$$

$$s \cdot v = \text{const.}$$

- Закон на Блез Паскал

Външното налягане в един флуид се предава равномерно във всички посоки и е еднакво във всяка точка от флуида.



- ЗАКОН НА БЕРНУЛИ

$$p + \rho v^2 / 2 + \rho gh = \text{const.}$$

Сумата от статичното, динамичното и хидростатичното налягане, за един идеален, несвиваем флуид, който се движи стационарно и ламинарно във всяка точка на тръбата е постоянна величина.

В Закона на Бернули:

- ✓ p - статичното налягане, упражнявано от флуида върху стените на тръбата. Зависи от действието на външни сили върху флуида.
- ✓ $\rho v^2 / 2$ - динамично налягане. То се дължи на кинетичната енергия на флуида. Има физичен смисъл на кинетична енергия на флуида в единица обем (E_k / V).
- ✓ ρgh - хидростатичното налягане. То се получава от гравитацията. Има физичен смисъл на потенциалната енергия на флуида в единица обем (E).

АРХИМЕДОВА СИЛА

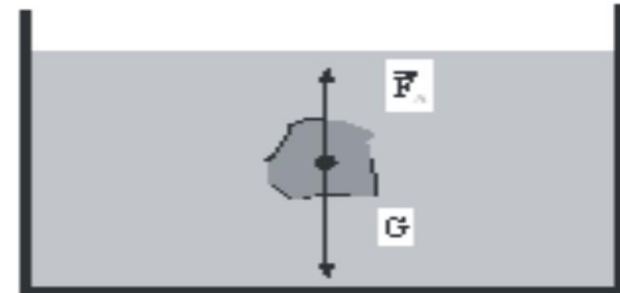
(F_a - изтласкваща сила, подемна сила)

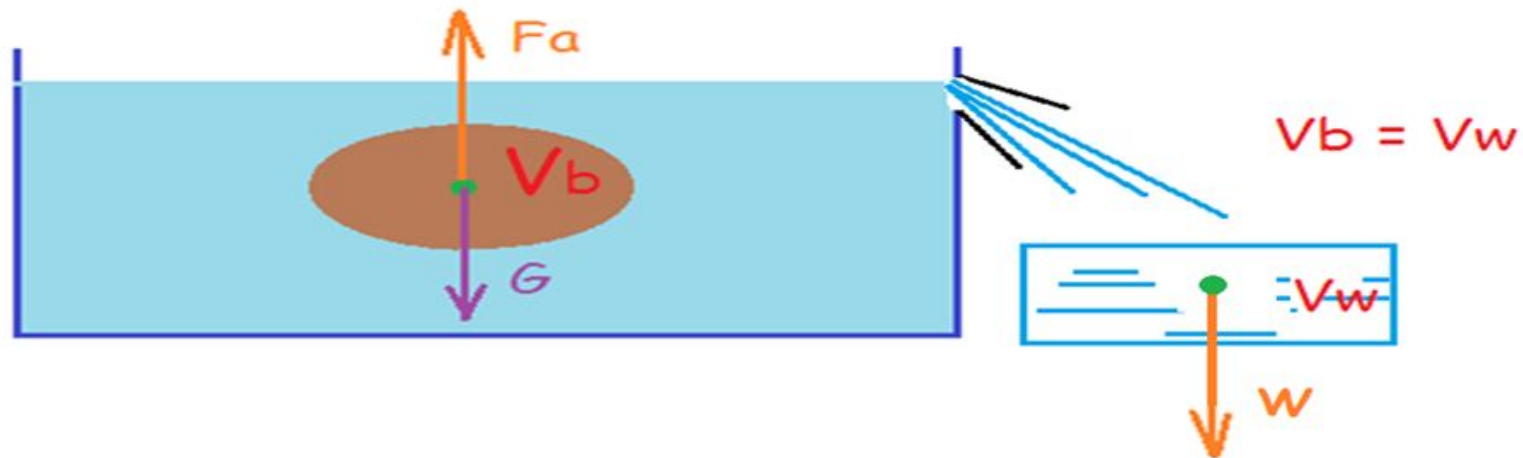
Върху всяко тяло, намиращо се във флуид, действа сила, противоположна по посока на силата на тежестта. Тази сила се нарича сила на Архимед.

$$F_a = \rho g V$$

където:

- ✓ ρ е плътността на флуида;
- ✓ V е обемът на изместения от тялото флуид
(той е равен на обема на тялото);
- ✓ g е земното ускорение.



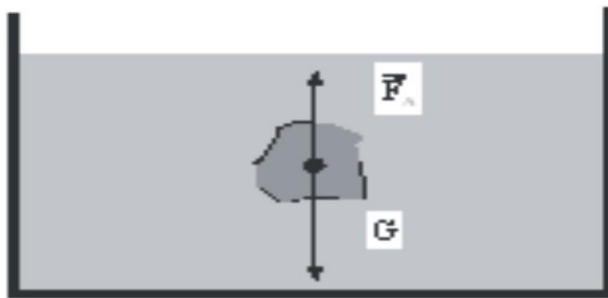


$$F_a = W$$

Архимедовата сила е равна по големина на теглото на излязлата от съда вода

В зависимост от съотношението на големините на Архимедовата сила F_a и силата на тежестта G , имаме три варианта:

- 1) $F_a > G$ - тялото се движи към по-високите слоеве на флуида /изплава/.
- 2) $F_a = G$ - тялото не се движи спрямо флуида.
- 3) $F_a < G$ - тялото потъва (движи се надолу във флуида).



ВЪТРЕШНО ТРИЕНЕ

В реалните флуиди действат сили на вътрешно триене, дължащи се на взаимодействията между градивните им частици. Силите на вътрешното триене са причина част от енергията на флуида, да се превръща в топлина.

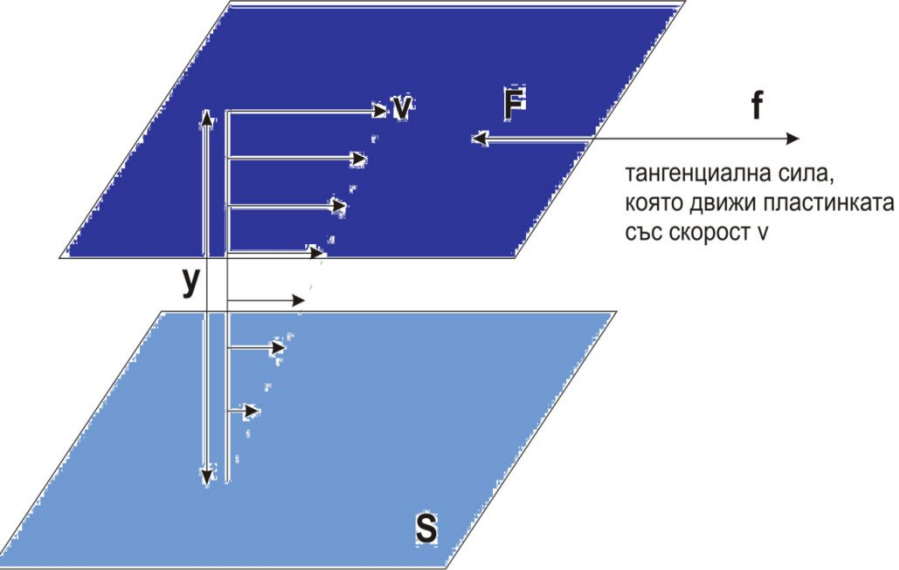
Закон на Нютон за силите на вътрешно триене

$$F = \eta \cdot \frac{\Delta v}{\Delta y} \cdot S$$

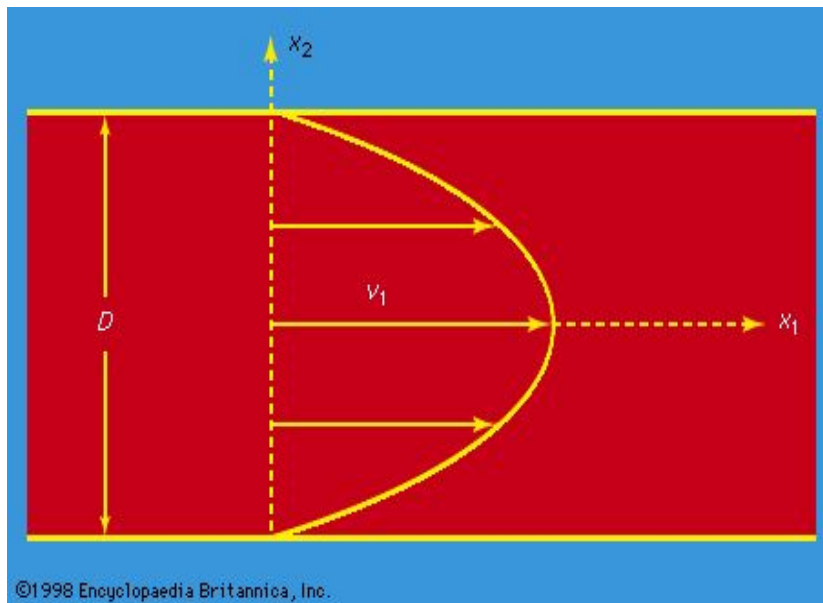
Тук:

- ✓ η е динамичният вискозитет на флуида (коефициент на вътрешно триене).
- ✓ S - контактната площ на слоевете.
- ✓ $\Delta v / \Delta y$ - изменението на скоростта на единица разстояние по радиуса на тръбата ($\text{grad } v$)

($\text{grad } v$ - градиент на скоростта = изменението на скоростта на единица разстояние)



неподвижна пластинка



Там, където силите на триене са най - големи (между стената и флуида), скоростта е най - малка.

Динамичен вискозитет η

Вискозитетът η характеризира съпротивлението, което течностите оказват върху собственото движение и движението на други тела вътре в тях.

От закона на Нютон за силите на вътрешно триене

$$F = \eta \cdot \frac{\Delta v}{\Delta y} \cdot S$$

следва, че: $\eta = F\Delta y / \Delta v \cdot S$ (Pa.s)

Ако $\Delta v / \Delta y = 1$ и $S = 1$

То $\eta = F$

Вискозитетът има физичен смисъл на силата на вътрешно триене, която се получава между два слоя с площ 1m^2 и движещи се с градиент на скоростта 1.

Уравнение на Поазьой за реални флуиди

Уравнението определя обемния поток Φ на флуид, който изтича през една тръба за единица време.

$\Phi = V / t$ - обемен поток

- изтича (излива) - когато излиза от тръбата;
- втича (влива) - когато влиза в тръбата.

$$\Phi = \frac{\pi r^4}{8 \eta} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta l}$$

Където:

Φ - обемен поток;

r - радиусът на тръбата;

η - динамичният вискозитет на флуида;

Δl - дължината на тръбата;

Δp - разликата в наляганията на двата края на тръба.

$$\Delta p = p_1 - p_2 \quad (p_1 > p_2)$$

$$\Delta P / \Delta l = \text{grad } P$$

Число на Рейнолдс

Число на Рейнолдс се използва за оценка характера на движение на реалния флуид (дали движението е ламинарно или турболентно).

$$Re = \frac{\rho v D}{\eta}$$

Тук: ρ - плътността на флуида;

$D = 2r$ - диаметър на тръбата (r радиусът на тръбата);

v - максималната скорост по оста на тръбата.

Съществува една стойност на Re - критична стойност - $Re_{кр}$.

Ако $Re < Re_{кр}$ - движението е ламинарно.

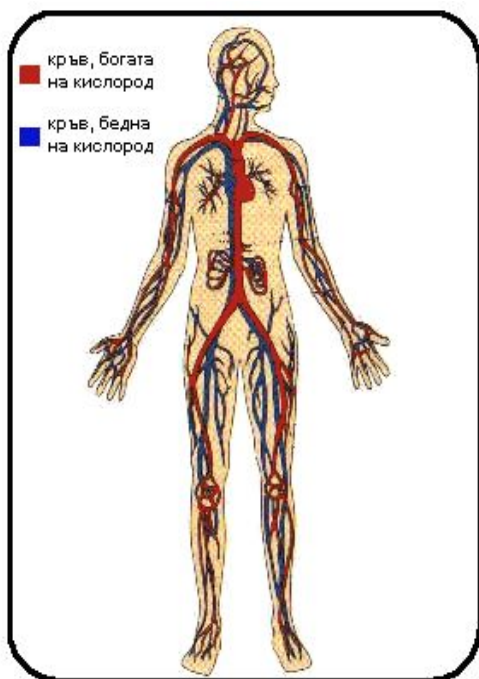
Ако $Re > Re_{кр}$ - движението е турболентно.

Например, движението на кръвта в средно големите кръвоносни съдове е ламинарно, а в аортата е турбулентно.

ХЕМОДИНАМИКА И КРЪВНО НАЛЯГАНЕ

Кръвоносна система на човек

Всеки човек има около 4 - 5 литра кръв. Кръвоносната система пренася кислород и хранителни елементи до всички клетки на тялото и изхвърля отпадъчни вещества.



Кръвоносните съдове в тялото са:

♣ Артерии (най - големите)

Артериоли

♣ Вените (по - малките)

♣ Капилярите (най - малките)

към горната част
на тялото

от горната част
на тялото

към
белия
дроб

от белия
дроб

дясно
предсърдие

дясна
камера

от долната част
на тялото

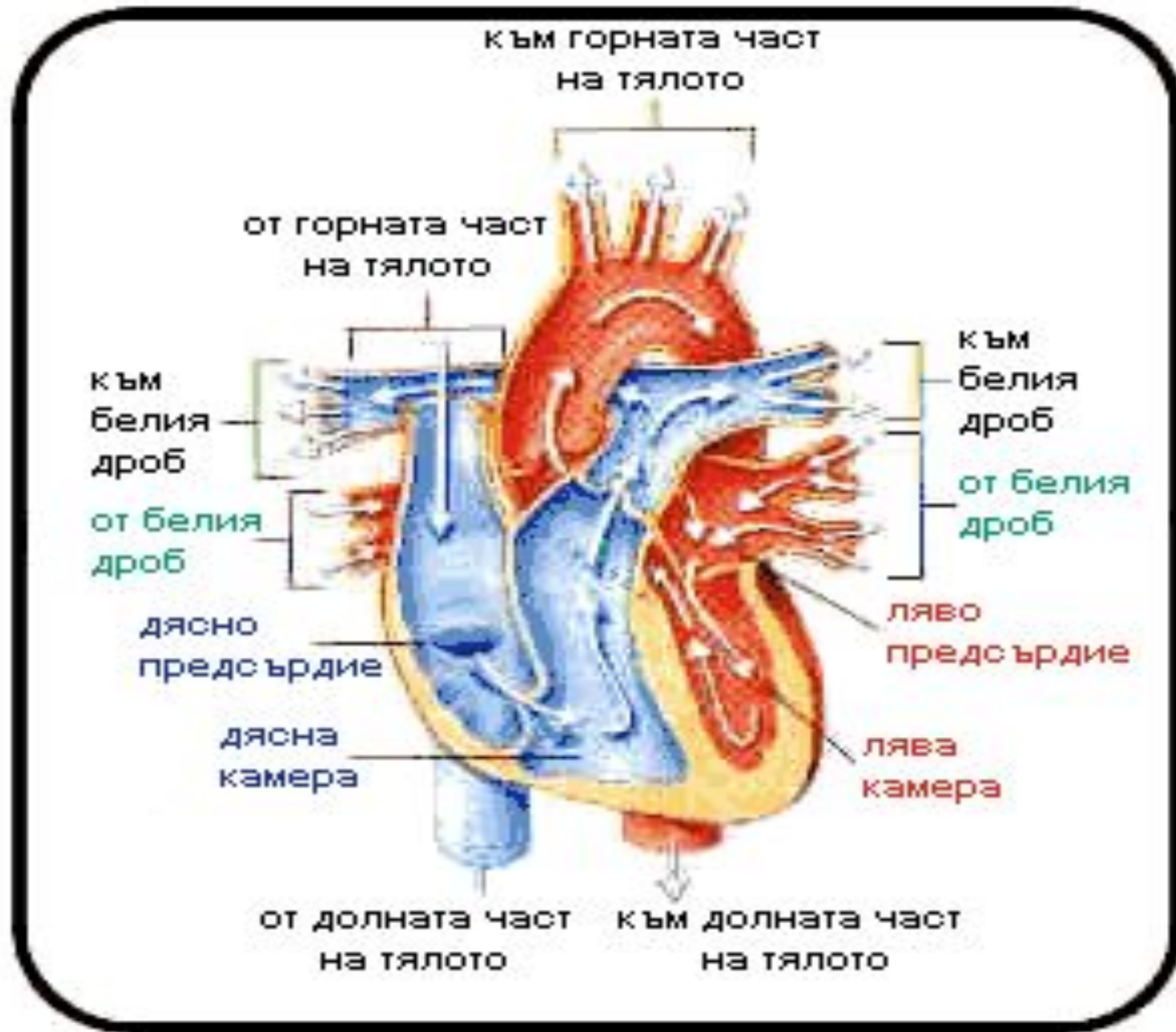
към
белия
дроб

от белия
дроб

ляво
предсърдие

лява
камера

към долната част
на тялото



Артериите носят кръв богата на кислород - червено - от сърцето към другите органи.

Вените носят кръв богата на въглероден диоксид - синьо, от органите към сърцето.



1. Кръвта от дясната част на сърцето е тъмно червена и бедна на кислород. Тя преминава по белодробните артерии и достига до белите дробове. Там се обогатява с кислород и става светло червена, след което по белодробните вени се връща в лявата част на сърцето.
2. След това кръвта преминава по артериите, които постепенно се разделят на капиляри. Обогатява се с хранителни вещества от червата. Чрез капиллярите, хранителните вещества и кислородът достигат до всеки орган в тялото. След като премине през всички тъкани, хранителните вещества и кислородът намаляват и в кръвта преобладават въглероден диоксид и отпадъчни вещества. Тогава кръвта се връща по вените обратно към сърцето, като преминава и през бъбреците, които я пречистват от отпадъчните вещества. Целият процес се повтаря отново.

Кръвоносната система на човек е затворена система, в която движението на кръвта се дължи на работата на сърцето.

Кръвоносната система на човек е затворена система, в която движението на кръвта се дължи на работата на сърцето.

При движение в кръвоносните съдове, кръвният поток изпитва съпротивление.

Това съпротивление се нарича съдово съпротивление.

Съдово съпротивление наричаме съпротивлението, което кръвта изпитва, когато се движи в кръвоносната система.

Съдово съпротивление

То е обусловено (то се определя) от два фактора:

- 1/ триенето между кръвния поток и стените на тръбата, по която той се движи .
- 2/ вътрешното триене, което възниква(се получава) в самия флуид .

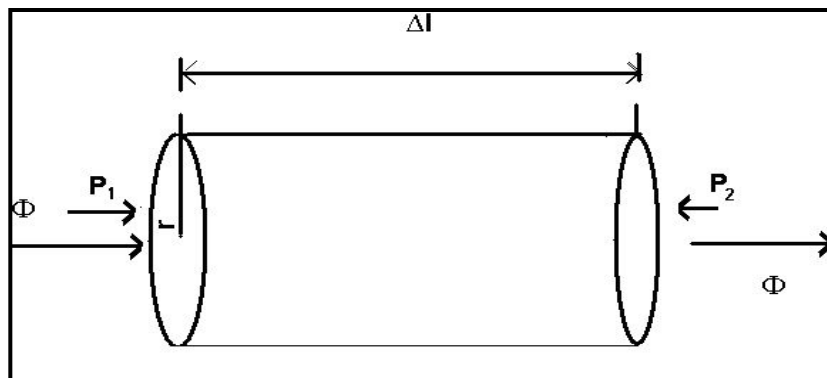
Съдовото съпротивление се определя по
формулата:

$$R = \Delta p / \Phi \quad (\text{Pa.s.m}^3\text{-})$$

$$P_2 - P_1 = \Delta p$$

където:

- Δp е разликата в налягането на кръвта в двата края на съда.
- Φ е обемният поток на кръвта през съда.



4

$$\Phi = \frac{\pi r^4}{8 \eta} \cdot \frac{\Delta p}{\Delta l}$$

4

$$R = 8 \eta \Delta l / \pi r^4$$

Движението на кръвта се извършва под действие на разликата в кръвното налягане (ΔP) между отделните зони на сърдечносъдовата система.

Единицата за съдово съпротивление в SI е ($\text{Pa} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-3}$).

В медицината се използва единицата ($\text{kPa} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-3}$).

Кръвно налягане Измерване

Определение за кръвно налягане: кръвно налягане е **разликата** между **налягането на кръвта върху вътрешните стени на кръвоносен съд** и **атмосферното налягане**.

Кръвното налягане да се измерва на брахиалната артерия (arteria brachialis) на лявата ръка.

При измерване на кръвното налягане се определят две стойности:

1. Максимална стойност, наречена **горна граница на кръвното налягане.**

Тя се получава при систола (систола е съкращаване на сърцето при, което става изтласкване на кръвта от сърцето) и се нарича още систолично налягане.

За здрав човек нормалната му стойност е 120 - 130 mm Hg (милиметра живачен стълб).

2. Минимална граница на кръвното налягане, наречена още **диастолично налягане**.

Тя се получава при диастола (разпускане на сърцето).

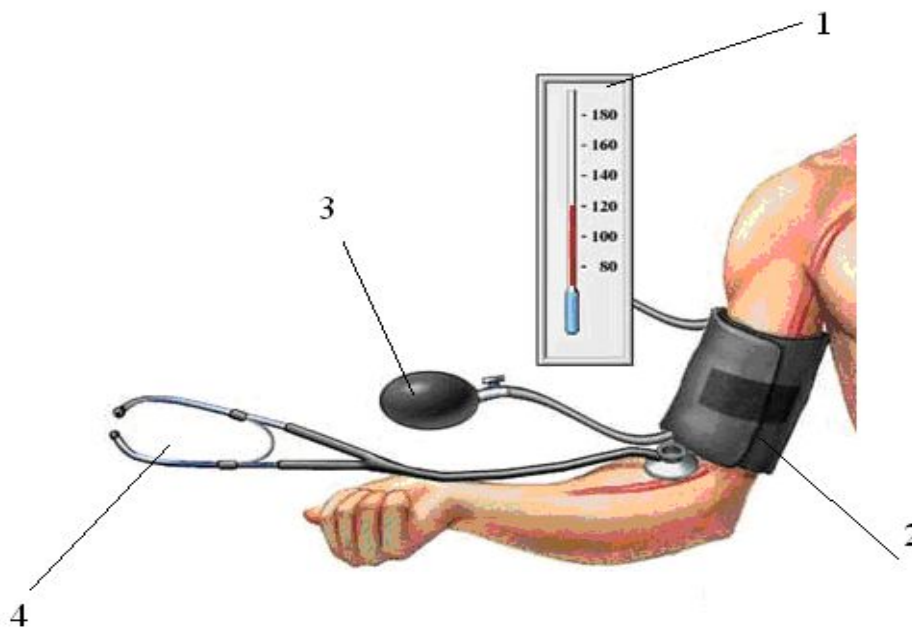
За здрав човек нормалната му стойност е 70 - 80 mm Hg (милиметра живачен стълб).

- **Пулсът** показва броя на съкращенията на сърцето за една минута.
- **Честотата** показва броя на съкращенията на сърцето за една секунда.

Измерване на кръвното налягане

- Кръвното налягане се измерва с помощта на сфигмоманометър (апарат за кръвно налягане).

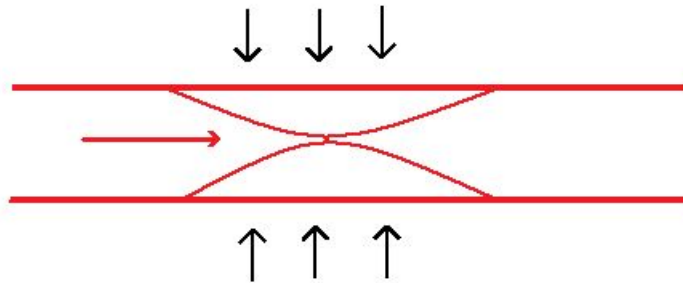
- 1 - манометър
 - 2 - маншет
 - 3 - помпа
 - 4 - слушалка
- Винт



Поставяме маншета на лявата ръка.

С помпата вкарваме в маншета въздух до около 200 mm Hg. (милиметра живачен стълб)

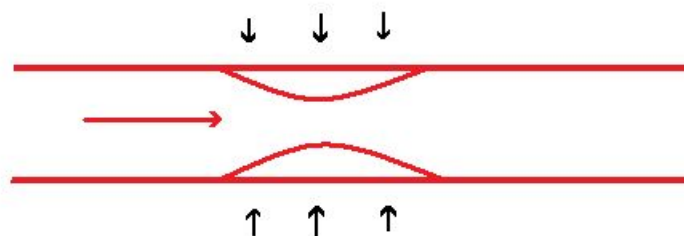
В резултат на високото налягане в маншета движението на кръвта в брахиалната артерия спира.



Бавно изпускаме въздухът от маншета.

Налягането спада, артерията се отваря и в нея кръвта започва да се движи турбулентно.

При това турбулентно движение се чува характерен шум - туп, туп. Това са така наречените тонове на Коротков. Първият ясен тон на Коротков, определя систоличното налягане (горната граница на кръвното налягане).



Нормалната му стойност за здрав човек е 120 - 130 mm Hg (милиметри живачен стълб).

Налягането на въздуха в маншета продължава да намалява и тоновете на Коротков отслабват. Когато тоновете в слушалката изчезнат, движението на кръвта вече е ламинарно. В този момент измерваме диастоличното налягане.

За здрав човек нормалната му стойност е 70 - 80 mm Hg.

Електронни апарати за кръвно налягане



Те се произвеждат в два варианта:
такива, които се поставят на
китката и такива, които са за над
лакътя.

Апаратите измерват амплитудата
на пулсовата вълна и я
преобразуват в mm Hg стълб.

Този резултат се вижда на течно -
кристалния дисплей като цифра.

Пулсова вълна

Еластичната деформация на аортата, която се разпространява по артериите, се нарича пулсова вълна.

Тя има честота равна на честотата на сърцето (1.33Hz).

- Най - съвременните апарти са снабдени със система за отчитане на правилното положение на китката (ОК).
- Голям дисплей с едновременно отчитане на пулса, кръвното налягане, дата и час.
- Има индикация за аритмия и памет до 60 измервания.
- При някои има и звуков сигнал за началото и края на измерването.
- Дисплеят се изключва с бутон.
- Захранването става с икономични батерии.
- Апаратите са миниатюрни, с тегло до 100 грама (без батерии).

ВАЖНА ИНФОРМАЦИЯ!

Класификация на кръвното налягане според световната здравна организация

| | | | | | | |
|--------------------------------|-----------------|----------|----------|----------|------------|-----|
| 180 ~ | Много високо | | | | | |
| 160 ~ 179 | Средно високо | | | | | |
| 140 ~ 159 | Леко високо | | | | | |
| 130 ~ 139 | Нормално високо | | | | | |
| 120 ~ 129 | Нормално | | | | | |
| ~ 120 | Оптимално | | | | | |
| Систолно mm Hg Диастолно | 80 | 80 84 | 85 89 | 90 99 | 100 109 | 110 |

Хипертония

Важни правила при измерване на кръвното налягане

Кръвното налягане се влияе лесно от физически и психически състояния на организма. Най - високо е преди обяд и постепенно намалява след обяд. По време на сън, то е най - ниско и рязко се повишава след ставане от леглото.

Кръвното налягане се променя при движения на тялото, разговор, умствено напрежение, емоции, хранене, консумация на алкохол, пушене, шум, температурни разлики.

Съвети за измерване на кръвното налягане:

- Преди измерване дайте на пациента 5 минути почивка.
- Пациентът не трябва да се движи и говори по време на измерването.
- Правилната стойка изисква пациента да е седнал или легнал. Резултатите могат да варират в зависимост от стойката.
- Измервайте по едно и също време на денонощието (за сравнение).
- След гимнастика, хранене, пушене или алкохол - не измервайте кръвното налягане!