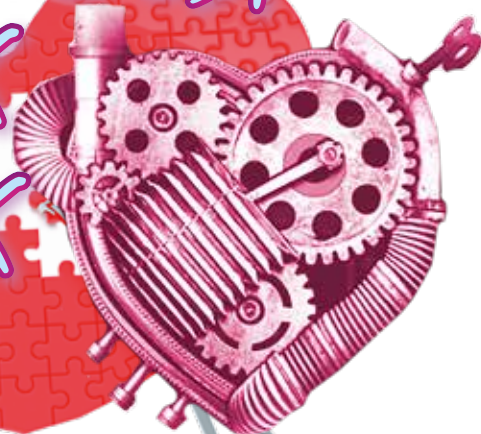
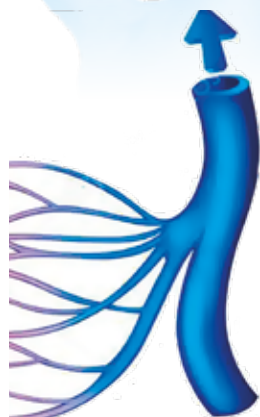
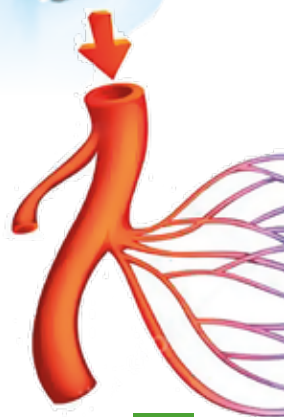


# МОТОР, ЩО Б'ЄТЬСЯ В НАШИХ ПРУДЯХ

Досягнення в техніці дали змогу застосувати в медицині нові технології для діагностики, терапії, профілактики та реабілітації з використанням фізичних факторів (електричних та магнітних полів, рентгенівського випромінювання, радіоактивних ізотопів). **Медична фізика** – сучасний напрямок науки й техніки, що вирішує медичні завдання, пов'язані з розробкою фізичних основ методів лікування, діагностики і створення апаратури. Саме успіхи прикладної фізики, техніки і медичного приладобудування значною мірою забезпечують розвиток сучасної медицини.



## КРОВОНОСНА СИСТЕМА – ПОТУЖНИЙ МЕХАНІЗМ

Після 18-го дня у маленькому, з горошину, згустку клітин – людському ембріоні – починає битися серце. Воно перекачує кров, насичену поживними речовинами та киснем, по всьому організму для підтримки життя. Сильні м'язові стінки серця називають серцевим м'язом або міокардом. Цей м'яз ніколи не втомлюється. Він безперервно скорочується протягом усього життя людини, викидаючи кров із серця до судин. Коли серце розслабляється, то знову наповнюється кров'ю, що надходить до нього венами. Серце б'ється (розширюється і скорочується) 100 тис. разів на день, перекачуючи 5–6 л крові на хвилину або приблизно 7,5 тис. л за день.

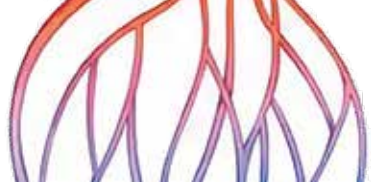
Кровоносна система людини – це складна замкнена система еластичних трубок різного діаметру (аорта, артерії, артеріоли, капіляри, вени, вени). Від серця кров рухається спочатку по аорті – еластичній м'язовій трубці діаметром 2–3 см. Що далі від серця, то більше розгалужень – артерій – і менший їхній діаметр. Врізаючись у тканини органів, артерії розгалужуються і переходять в артеріоли. Вони дають початок множині трубок діаметром з волосину – капілярам. Із капілярів кисень і поживні речовини потрапляють у тканини організму. Капіляри ніде не закінчуються і не обриваються, а поступово збільшуються у діаметрі і переходять у вени, які зливаються і утворюють вени, що несуть кров знову до серця. До місця „старту” кров повертається у середньому за 20 секунд, а протягом доби здійснюється понад 3700 таких циклів. Загальна довжина кровоносних судин людини становить 100 тис. км.



### ЦІКАВИНКИ



- Розміри твого серця приблизно такі ж, як стиснутий кулак.
- Серце перекачує за добу 10 тис. л крові, а протягом життя – 150–250 тис. т крові.
- Відомий французький фізіолог І. Ф. Ціон підрахував, що протягом життя серце людини виконує таку ж роботу, яку треба виконати, щоб підняти на Монблан (одну з найвищих вершин Європи) залізничний потяг.
- Серце – це помпа, яка працює з частотою 1 Гц.
- У ссавців частота ударів серця обернено пропорційна до їхньої маси. Що менша тварина, то швидше б'ється її серце. У кита масою 150 т серце здійснює 7 скорочень на хвилину, у слона масою 3 т – 46, у кішки масою 1,3 кг – 240, а у синички масою 8 г – 1200.

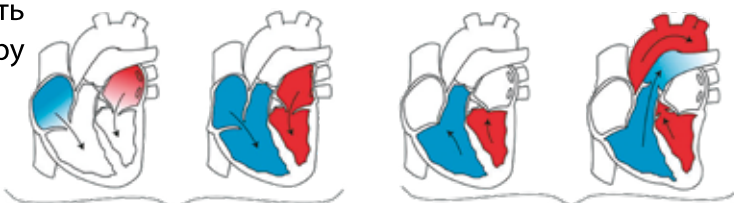
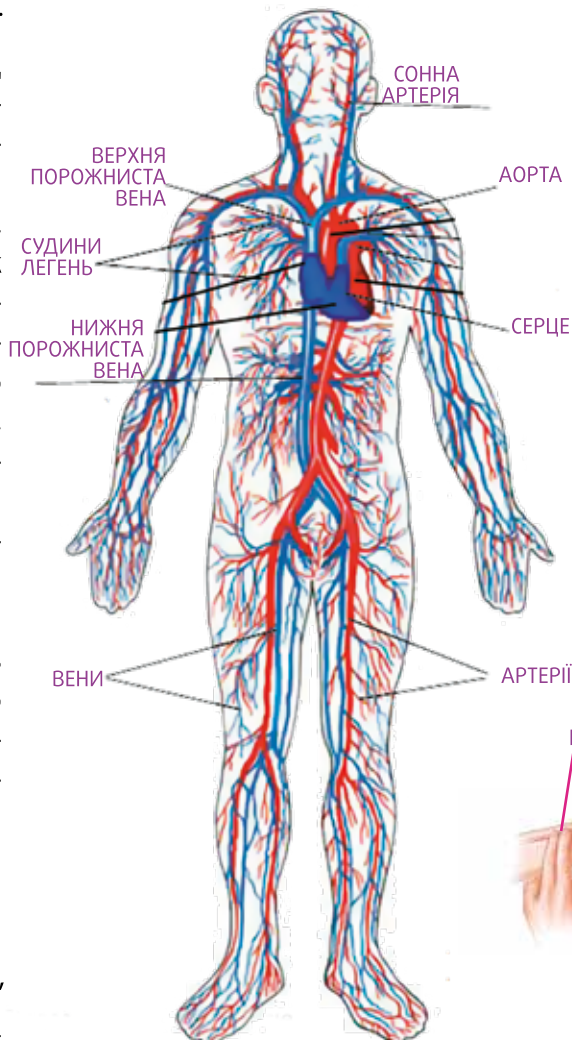
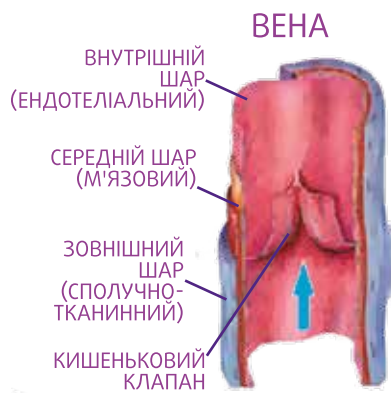


## ЗАКОН ГУКА У РОБОТІ КРОВОНОСНИХ СУДИН

Рух крові по судинах – процес доволі складний. Стінки аорти і всіх артерій дуже еластичні: їхній модуль Юнга в  $10^5$  разів менший, ніж у металів. Тож коли кров потрапляє в аорту, вона розширюється, допоки прилив крові не припиняється. Після цього сили пружності деформованої стінки аорти витісняють кров у дальші від серця ділянки. Ця частина артерії розтягується, і все повторюється. Що далі від серця ці скорочення, то пізніше деформація судин у цій точці досягає свого максимуму. Тому після кожного скорочення вздовж артерії у напрямку від серця пробігає хвиля деформації, наче хвиля, що поширюється вздовж натягнутої струни. І якщо до артерії поблизу поверхні тіла (наприклад, на зап'ясті) прикласти палець, ви відчуєте ці хвилі як поштовхи (пульс). Виміряти швидкість поширення хвилі пульсу вдалося лише на початку ХХ століття, коли з'явилися перші неінерційні вимірювальні прилади. Значення цієї швидкості лежить у межах від 5 до 10 м/с. Виявилось, що швидкість поширення залежить від пружності артеріальної стінки, а тому є показником її стану при різних захворюваннях.

## ДЕ КРОВ РУХАЄТЬСЯ ШВИДШЕ ТА ЯК ЦЕ ВПЛИВАЄ НА ТИСК ЛЮДИНИ

Кров в артеріях за 1 секунду „пробігає” 50 см, у венах – 10–20 см, а у капілярах – 0,05–0,1 см. У таблиці наведено залежність тиску та швидкості руху крові від діаметру кровоносних судин.



ТАБЛИЦЯ

СУДИНИ	ДІАМЕТР, ММ	ШВИДКІСТЬ, СМ/С	ТИСК, ММ. РТ. СТ.
АОРТА	30	50	50 – 150
АРТЕРІЇ	10 – 5	50 – 20	80 – 20
АРТЕРІОЛИ	0,1 – 0,5	20 – 1,0	50 – 20
КАПІЛЯРИ	0,5 – 0,01	0,05 – 0,1	20 – 10
ВЕНУЛИ	0,1 – 0,2	0,1 – 1,0	10 – 5
ВЕНИ	10 – 20	10 – 20	(–5) – (+5)

Перші два стовпчики чисел у таблиці пов'язують величину перерізу зі швидкістю руху крові. Аналізуючи ці дані, можна дійти висновку, що закон неперервності струменя для судин не виконується, оскільки що тонші судини, то швидкість руху крові в них менша. Але у таблиці наведений діаметр лише однієї судини, і хоч при розгалуженні площа кожної судини зменшується, загальна площа всіх капілярів у сотні разів перевищує площу аорти. Це і пояснює таку невелику швидкість крові у капілярах.

Розглядаючи залежність внутрішнього тиску від швидкості крові у судинах можна дійти висновку, що найбільший тиск та швидкість потоку в аорті, що обумовлено значно меншою загальною площею судин аорти, порівняно із загальною площею судин капілярів. А в капілярах навпаки – тиск значно менший, ніж в аорті. Оскільки серце працює як помпа, що постійно підкачує венозну кров, тиск у порожнистих венах поблизу правого передсердя може набувати навіть від'ємних значень (нижче атмосферного).

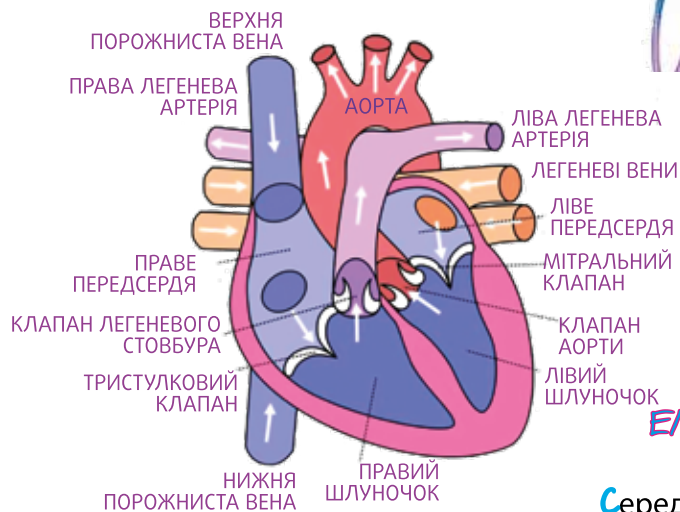
## ЦІКАВИНКИ



- Рептилії ростуть усе життя. З часом їхній „одяг” стає затісним, і тварина змушена його змінювати. Під час линьки запірний мускул затискає кровоносні судини, що йдуть від голови. Тиск у судинах підвищується, вони переповнюються кров'ю, голова роздувається, доки шкіра на ній не лусне. Плазун виповзає зі старої шкіри крізь цю дірку – ніби знову народжується на світ!
- Гідродинаміку кровоносних судин використовують для переміщення павуки. Згинання лапок у них відбувається завдяки скороченню спеціальних м'язів, а розгинання – збільшенню тиску рідини всередині лапки.

Чи пам'ятаєш ти ознаки кровоносних судин?





## ЕЛЕКТРИКА, ЦАРИЦЯ ФІЗИОЛОГІЇ СЕРЦЯ

Серед численних методів діагностики серця, якими володіє лікар, ключове місце належить електрокардіографії – методу дослідження біоелектричної активності серця.

Під час поширення збудження у міокарді серце є джерелом електричного струму, який протікає у сусідні тканини. Скорочення серцевого м'яза супроводжується зміною електричного заряду на поверхні мембран клітин. Слабкий заряд потрапляє і на поверхню тіла. Якщо прикласти електроди до шкіри по обидва боки від серця, можна виміряти різницю потенціалів, що виникає внаслідок електричного імпульсу, і отримати кардіограму – графічний запис змін електричних потенціалів, які виникають унаслідок збудження серцевого м'яза.

Проаналізувавши величину і тривалість зміни потенціалу на серцевому м'язі, можна оцінити здатність міокарда до скорочення і виявити хворобу. Різницю потенціалів вимірює гальванометр, на якому і базується робота електрокардіографа.

Енергія конденсатора може повернути життя людині! Асинхронне скоро-

чення тканин серця називають фібриляцією. Виявляється, що зупинити фібриляцію серця можна, пропустивши через нього короткий електричний імпульс. При цьому енергія заряду через грудну клітку може досягати 400 Дж (це потенціальна енергія 16-кілограмової гирі, піднятої на висоту 2,5 м). Пристрій, що забезпечує електричний розряд, називають дефібрилятором. Найпростіший дефібрилятор складається з коливального контура з конденсатором ємністю 20 мкФ і котушки індуктивності 0,4 Гн. Зарядивши конденсатор до напруги 1–6 кВ і розрядивши його через котушку і пацієнта, опір якого становить приблизно 50 Ом, можна отримати електричний імпульс, достатній для повернення пацієнта до життя.

## СЕРЦЕ У МАГНІТНІЙ ПАВУТИНІ

Спостереження показали, що кожна людина має слабе магнітне поле. Наше серце – теж магніт. Магнітне поле серця змінне і виникає внаслідок його електричної активності. Напруженість магнітного поля серця надзвичайно мала. Її максимальне значення становить  $10^{-6}$  індукції магнітного поля Землі.

Сучасне операційне чи реанімаційне відділення схоже на фізичні лабораторії. Зараз можна із впевненістю сказати, що немає таких розділів медицини, які справлялись би без фізики і техніки. А тому немає жодного фундаментального відкриття у фізиці, яке не знайшло б застосування у медицині.

Перевір, чи знаєш ти будову серця людини.



## ЦІКАВИНКИ



- Жабоподібна ящірка, яка мешкає у мексиканських пустелях, використовує підвищення тиску крові у судинах голови для оборони. Кров під дією високого тиску заповнює гребені, шипи та інші вирости на її тілі, вони збільшуються, змінюють колір, надаючи тварині грізного вигляду. Під дією високого кров'яного тиску судини ока тріскають, кров вилітає з ока і бризкає на ворога. Оце жах! Така зброя діє на відстань до 1,5 м.



Черчук Надія Василівна, учитель фізики

Христинівської спеціалізованої школи І–ІІІ ст. № 1 ім. О. Є. Корнійчука Черкаської області, лауреат ІV Всеукраїнського Інтернет-конкурсу „УЧИТЕЛЬ РОКУ–2019” за версією науково-популярного природничого журналу „КОЛОСОК” у номінації „ФІЗИКА І АСТРОНОМІЯ”