

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC TRÀ VINH  
KHOA KHOA HỌC CƠ BẢN**



**TÀI LIỆU GIẢNG DẠY  
MÔN  
VẬT LÝ LÝ SINH  
(PHẦN LÝ THUYẾT)**

***GV biên soạn: Trương Thị Ngọc Chinh***

**Trà Vinh, ... /20  
Lưu hành nội bộ**



KHOA KHOA HỌC CƠ BẢN

**TÌNH TRẠNG PHÊ DUYỆT TÀI LIỆU GIẢNG DẠY**

Tên tài liệu giảng dạy: Vật lý và Lý sinh

Ngày hoàn chỉnh: 30/6/2015

Tác giả biên soạn: Trương Thị Ngọc Chinh

Đơn vị công tác: Khoa Khoa học Cơ bản

Địa chỉ liên lạc: 192A, Lò Hột, khóm 1, phường 5, TP Trà Vinh. Tỉnh Trà Vinh

Trà Vinh, ngày 12 tháng 8 năm 2015

Tác giả

(Ký & ghi họ tên)

Trương Thị Ngọc Chinh

**PHÊ DUYỆT CỦA BỘ MÔN**

Đồng ý sử dụng tài liệu giảng dạy Vật lý - Lý sinh do  
Cô Trương Thị Ngọc Chinh biên soạn để giảng dạy môn Vật lý và  
Lý sinh ngành Y Đa khoa và Răng Hàm Mặt.

Trà Vinh, ngày 13 tháng 8 năm 2015

**TRƯỞNG BỘ MÔN**

Cô Thị Thúy

**PHÊ DUYỆT CỦA KHOA**

Trà Vinh, ngày 18 tháng 8 năm 2015

**TRƯỞNG KHOA**

Nguyễn Văn Sáu

## MỤC LỤC

| Nội dung                                                                | Trang |
|-------------------------------------------------------------------------|-------|
| CHƯƠNG 1 CƠ SINH HỌC.....                                               | 3     |
| BÀI 1 MỞ ĐẦU.....                                                       | 3     |
| BÀI 2 CHUYỂN ĐỘNG CỦA CHẤT LỎNG VÀ SỰ VẬN CHUYỂN MÁU TRONG CƠ THỂ.....  | 11    |
| BÀI 3 KHÍ VÀ SỰ VẬN CHUYỂN KHÍ TRONG CƠ THỂ NGƯỜI.....                  | 22    |
| BÀI 4 CHUYỂN ĐỘNG CƠ HỌC TRONG CƠ THỂ.....                              | 28    |
| BÀI 5 HOẠT ĐỘNG CƠ CƠ.....                                              | 32    |
| BÀI 6 VẬN ĐỘNG LIỆU PHÁP.....                                           | 38    |
| CHƯƠNG 2 CÁC NGUYÊN LÝ NHIỆT ĐỘNG VÀ ỨNG DỤNG TRONG Y HỌC.....          | 42    |
| BÀI 1 MỘT SỐ KHÁI NIỆM VÀ ĐẠI LƯỢNG CƠ BẢN VỀ NHIỆT HỌC.....            | 43    |
| BÀI 2 NGUYÊN LÝ THỨ NHẤT NHIỆT ĐỘNG HỌC VÀ ỨNG DỤNG TRONG Y HỌC.....    | 45    |
| BÀI 3 NGUYÊN LÝ THỨ HAI NHIỆT ĐỘNG HỌC VÀ ỨNG DỤNG TRONG Y HỌC.....     | 50    |
| CHƯƠNG 3 SÓNG VÀ ÂM.....                                                | 54    |
| BÀI 1 SÓNG ÂM.....                                                      | 54    |
| BÀI 2 ÂM VÀ SIÊU ÂM.....                                                | 56    |
| BÀI 3 SƠ LƯỢC VỀ ỨNG DỤNG SIÊU ÂM TRONG NGÀNH Y.....                    | 66    |
| CHƯƠNG 4 ĐIỆN SINH VẬT.....                                             | 71    |
| BÀI 1 ĐIỆN THỂ SINH VẬT Ở TẾ BÀO SỐNG.....                              | 71    |
| BÀI 2 ĐIỆN THỂ HOẠT ĐỘNG CỦA TỔ CHỨC SỐNG.....                          | 79    |
| BÀI 3 TÁC DỤNG CỦA DÒNG ĐIỆN LÊN CƠ THỂ VÀ ỨNG DỤNG TRONG ĐIỀU TRỊ..... | 86    |
| CHƯƠNG 5 QUANG SINH HỌC.....                                            | 99    |
| BÀI 1 BẢN CHẤT CỦA ÁNH SÁNG.....                                        | 99    |
| BÀI 2 LASER VÀ ỨNG DỤNG.....                                            | 104   |
| BÀI 3 TÁC DỤNG CỦA ÁNH SÁNG LÊN CƠ THỂ SỐNG.....                        | 112   |
| BÀI 4 MẮT VÀ DỤNG CỤ BỔ TRỢ.....                                        | 117   |
| BÀI 5 PHƯƠNG PHÁP HIỂN VI.....                                          | 128   |
| CHƯƠNG 6 PHÓNG XẠ SINH HỌC.....                                         | 139   |
| BÀI 1 CƠ SỞ VẬT LÝ CỦA BỨC XẠ ION HÓA.....                              | 139   |
| BÀI 2 TÁC DỤNG SINH HỌC CỦA BỨC XẠ ION HOÁ.....                         | 144   |
| BÀI 3 ỨNG DỤNG BỨC XẠ VÀO Y HỌC.....                                    | 153   |
| TÀI LIỆU THAM KHẢO.....                                                 | 162   |

TaiLieu.vn

## CHƯƠNG 1

### CƠ SINH HỌC

#### BÀI 1

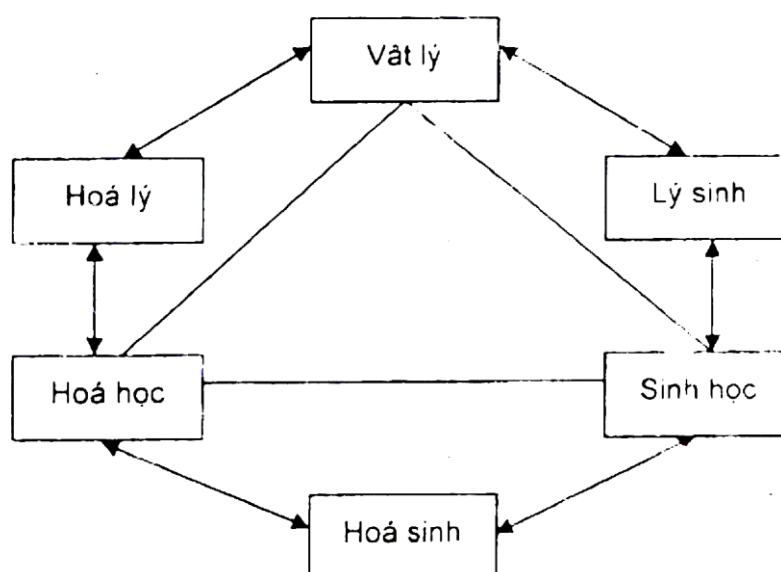
#### MỞ ĐẦU

❖ **Mục tiêu học tập:** Sau khi học xong bài này, người học có thể:

- Trình bày được tầm quan trọng của vật lý đối với các môn khoa học khác, đối với y học lâm sàng và bảo vệ sức khỏe cộng đồng
- Dùng đúng các đơn vị đo lường của nhà nước Việt Nam trong công việc hằng ngày.
- Giải thích được sự biến đổi năng của cơ thể, nhu cầu năng lượng của cơ thể.

#### 1. Định nghĩa và nội dung lý sinh

Vật lý học là một ngành khoa học tự nhiên nghiên cứu những dạng vận động cơ bản nhất của vật chất rồi tìm cách ứng dụng chúng phục vụ đời sống. Trong quá trình phát triển, các ngành khoa học đan xen vào nhau làm nảy sinh các ngành khoa học mới, thí dụ như lý sinh, hóa sinh



Những phát minh lớn trong vật lý (các định luật bảo toàn, tính chất lượng tử...), những thuyết vật lý về bản chất của vật chất có đặc tính chung và trong một mức độ khác nhau, có tác dụng đối với giới sống cũng như không sống, cho nên có thể coi vật lý là cơ sở của mọi khoa học tự nhiên

Lý sinh (vật lý về sự sống) quan hệ mật thiết với y học hiện đại là do:

- Sự ứng dụng của những qui luật vật lý để nghiên cứu những quá trình sống, để hiểu và giải thích những hiện tượng xảy ra trên cơ thể con người, trên quần thể sống.

- Sử dụng những phương pháp vật lý, những máy móc thiết bị trong việc chẩn đoán bệnh, trong điều trị bệnh, trong bảo vệ sức khỏe cộng đồng trong việc bảo vệ môi trường sống.

- Sử dụng những phương pháp suy nghĩ được thừa nhận trong vật lý cho việc xây dựng thế giới quan khoa học của người thầy thuốc.

Khi nghiên cứu hiện tượng vật lý xảy ra trên vật thể sống hoặc không sống, phương pháp phổ biến là tạo nên một hoàn cảnh thí nghiệm tương tự như sự kiện đã xảy ra hoặc tạo nên một mô hình tương đối giống như hiện tượng được khảo sát, trên cơ sở đó mà hoàn chỉnh dần các điều kiện (thông số) của hiện tượng. Thí dụ để nghiên cứu về tim và hệ tuần hoàn, người ta có thể chế tạo nên một hệ thống ống dẫn kín mà thành ống có tính đàn hồi một máy bơm với công suất xác định, hoạt động liên tục...

Cho đến nay, các hiện tượng vật lý xảy ra được giải thích bằng 4 loại tương tác sau:

Tương tác hấp dẫn: tương tác này được diễn tả cơ bản bằng định luật vạn vật hấp dẫn của Newton “Hai vật bất kì hút nhau bằng một lực tỷ lệ thuận với khối lượng của chúng và tỷ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng”

Tương tác điện từ: tương tác này được diễn tả cơ bản bằng định luật Coulomb có dạng tương tự định luật hấp dẫn: “ Hai điện tích hút (hoặc đẩy) nhau bằng một lực tỷ lệ thuận với các điện tích của chúng và tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng”

Tương tác hạt nhân mạnh: tương tác này xảy ra rất đáng kể trong phạm vi kích thước hạt nhân, khoảng  $10^{-15}\text{m}$ , nó đảm bảo sự tồn tại hạt nhân nguyên tử.

Tương tác hạt nhân yếu: tương tác này gắn liền với sự phát xạ  $\beta$  của hạt nhân nguyên tử.

Thời gian gần đây, nhiều người nói đến sự tồn tại của trường sinh học tương ứng với nó là sự tương tác của trường sinh học nhưng bản chất của trường sinh học vẫn chưa được chứng minh rõ rệt

## 2. Đo lường và đơn vị đo

### 2.1. Hệ đo lường quốc tế và hệ đo lường hợp pháp của Việt Nam

Mỗi thuộc tính của một đối tượng vật lý đặc trưng bằng một hay nhiều đại lượng vật lý. Một trong những vấn đề cơ bản của vật lý học là vấn đề đo lường các đại lượng vật lý. Đo một đại lượng vật tức là chọn một đại lượng cùng loại làm mẫu (gọi là đơn vị) rồi so sánh đại lượng phải đo với mẫu (đơn vị) đó. Trị số đo của đại lượng đó phải bằng tỷ số:

$$\frac{\text{Đại lượng phải đo}}{\text{Đại lượng đơn vị}}$$

Muốn định nghĩa đơn vị của một đại lượng, người ta phải chọn trước một số đơn vị làm mẫu gọi là đơn vị cơ bản. Các đơn vị khác được suy ra từ các đơn vị cơ bản gọi là đơn vị dẫn xuất. Tùy theo các đơn vị cơ bản chọn trước sẽ suy ra những đơn vị dẫn xuất khác. Tập hợp các đơn vị đã chọn và các đơn vị dẫn xuất tương ứng gọi là hệ đơn vị. Các đơn vị thường được chọn sao cho thỏa mãn một số yêu cầu: Các đơn vị phải tiện lợi khi tính toán; các công thức vật lý có những hệ số đơn giản và hợp lý; số liệu khoa học được thống nhất giữa các nước để tiện trao đổi...

Trong quá khứ, người ta dùng:

- Hệ CGS: đơn vị cơ bản là xăngtimét (cm), gam (g) và giây (s).

- Hệ MKS: đơn vị cơ bản là mét (m), kilogram (kg) và giây (s)

Năm 1960, nhiều nước trên thế giới đã họp và chọn một hệ đơn vị thống nhất gọi là hệ SI (international) – hệ quốc tế. Năm 1965, chính phủ Việt Nam đã ban hành (Bảng đơn vị đo lường hợp pháp của nước Việt Nam” dựa trên cơ sở hệ SI. Trong hệ SI 6 đơn vị cơ bản là:

- Đơn vị chiều dài: mét (m)
- Đơn vị khối lượng: kilogram (kg)
- Đơn vị thời gian : giây (s)
- Đơn vị cường độ dòng điện: Ampe (A)
- Đơn vị cường độ sáng: Candela (cd)
- Đơn vị nhiệt độ: độ Kelvin ( $^{\circ}\text{K}$ )

Từ các đơn vị cơ bản đó, người ta có thể định nghĩa các đơn vị dẫn xuất. Thí dụ đơn vị SI cho công suất, gọi là oát (viết tắt là W) được định nghĩa theo các đơn vị cơ bản của khối lượng, độ dài và thời gian.

$$1\text{oat}=1\text{W}=1\text{kg.m}^2/\text{s}^3$$

**Bảng 1.1. Các tiền tố của hệ đếm thập phân**

| Tiếp đầu ngữ | Ký hiệu | Thừa số   | Tiếp đầu ngữ | Ký hiệu | Thừa số    |
|--------------|---------|-----------|--------------|---------|------------|
| Đe ca        | da      | $10^1$    | Đêxi         | d       | $10^{-1}$  |
| Hecto        | ha      | $10^2$    | Xăngti       | c       | $10^{-2}$  |
| Kilo         | k       | $10^3$    | Mili         | m       | $10^{-3}$  |
| Mega         | M       | $10^6$    | Micro        | $\mu$   | $10^{-6}$  |
| Giga         | G       | $10^9$    | Nano         | n       | $10^{-9}$  |
| Tera         | T       | $10^{12}$ | Pico         | p       | $10^{-12}$ |

Để diễn tả các số đo lớn hoặc nhỏ, người ta có thể bổ sung vào các đơn vị đo các tiền tố của hệ đếm thập phân bảng 1.1.

Do thói quen, người ta hay dùng các đơn vị sau:

- 1Angstron ( $1\text{ \AA}$ ) =  $10^{-10}\text{m}$  =  $10^{-8}\text{ cm}$
- 1 phút = 60s
- 1 giờ = 3600 s = 60 phút

## 2.2. Đại lượng vô hướng và đại lượng vector

Một số đại lượng vật lý ngoài các đơn vị đo ra có thể đặc trưng bằng một số liệu một cách đơn trị, đó là đại lượng vô hướng. Thí dụ khoảng thời gian, năng lượng, nhiệt độ, thể tích ...

Các đại lượng khác, chẳng hạn tốc độ, gia tốc, lực, cường độ điện trường, cường độ từ trường... không những đặc trưng bằng một trị số nào đó mà còn cần chỉ rõ hướng của chúng trong không gian, đó là đại lượng vector. Các đại lượng này có thể biểu diễn và tuân theo quy luật của đại số vector.

**2.3. Độ lớn về khối lượng, chiều dài, thời gian, của một số đối tượng. Các hằng số vật lý thông dụng.**

**Bảng 1.2. Độ lớn của khối lượng một số đối tượng vật lý**

| <b>Đối tượng</b>       | <b>Khối lượng (kg)</b> |
|------------------------|------------------------|
| Điện tử                | $0,9.10^{-30}$         |
| Proton                 | $1,67.10^{-27}$        |
| Phân tử AND            | $10^{-15}$             |
| 1 lit nước             | 1                      |
| Con người trưởng thành | $0,5 - 0,8.10^2$       |
| Ô tô                   | $10^3$                 |
| Tàu thủy               | $10^7$                 |
| Trái Đất               | $6.10^{24}$            |
| Mặt trời               | $2.10^{30}$            |

**Bảng 1.3. Độ lớn chiều dài một số đối tượng vật lý**

| <b>Đối tượng</b>                                                                       | <b>Chiều dài</b>         |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Giới hạn vũ trụ (khoảng đường ánh sáng đi được từ Big Bang tới nay – khoảng 15 tỷ năm) | $\sim 10^{26}$           |
| Một năm ánh sáng                                                                       | $\sim 10^{15}$           |
| Khoảng cách Trái Đất – Mặt Trời                                                        | $\sim 10^{12}$           |
| Khoảng cách Trái Đất – Mặt Trăng                                                       | $\sim 10^9$              |
| Chiều cao con người                                                                    | 1,5~1,9                  |
| Một số virus                                                                           | $\sim 10^{-6}$           |
| Phân tử lớn                                                                            | $\sim 10^{-9} - 10^{-8}$ |
| Kích thước nguyên tử                                                                   | $\sim 10^{-10}$          |
| Kích thước hạt nhân nguyên tử                                                          | $10^{-15}$               |
| Cận trên bán kính điện tử                                                              | $10^{-18}$               |

**Bảng 1.4. Khoảng cách thời gian một số quá trình vật lý.**

| <b>Quá trình</b>                          | <b>Khoảng thời gian (s)</b> |
|-------------------------------------------|-----------------------------|
| Thời gian ánh sáng đi qua một nucleon     | $10^{-24}$                  |
| Chu kỳ dao động hạt nhân                  | $10^{-21}$                  |
| Chu kỳ dao động nguyên tử                 | $10^{-14}$                  |
| Chu kỳ dao động sóng vô tuyến truyền hình | $10^{-8}$                   |
| Chu kỳ dao động sóng âm                   | $10^{-3}$                   |
| Nhịp tim                                  | 1                           |
| 1 năm                                     | $10^8$                      |
| Đời người                                 | $10^{10}$                   |
| Xuất hiện người trên Trái Đất             | $10^{14}$                   |
| Tuổi của vũ trụ                           | $10^{18}$                   |

**Bảng 1.5. Các hằng số vật lý thông dụng**

| <b>Tên hằng số</b>               | <b>Ký hiệu</b> | <b>Giá trị</b>                                           |
|----------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------|
| Tốc độ ánh sáng trong chân không | c              | $3.10^8 \text{ms}^{-1}$                                  |
| Số Avogadro                      | $N_A$          | $6,023.10^{23} \text{phân tử.mol}^{-1}$                  |
| Hằng số Boltzmann                | k              | $1,381.10^{-23} \text{JK}^{-1}$                          |
| Hằng số hấp dẫn vũ trụ           | G              | $6,672.10^{-11} \text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{s}^{-2}$ |
| Gia tốc trọng trường             | g              | $9,81 \text{ms}^{-2}$                                    |
| Hằng số Coulomb                  | K              | $9.10^9 \text{N.m}^2 \text{C}^{-2}$                      |
| Khối lượng electron              | $m_0$          | $9,109.10^{-31} \text{kg}$                               |
| Điện tích nguyên tố              | e              | $1,602.10^{-19} \text{C}$                                |
| Khối lượng proton                | $m_p$          | $1,673.10^{-27} \text{kg}$                               |
| Khối lượng notron                | $m_n$          | $1,675.10^{-27} \text{kg}$                               |
| Hằng số Rydberg                  | $R_B$          | $1,097.10^{-7} \text{m}^{-1}$                            |
| Bán kính Bohr                    | $a_0$          | $5,29.10^{-11} \text{m}$                                 |
| Đơn vị khối lượng nguyên tử      | uma            | $1,66.10^{-27} \text{kg}$                                |
| Hằng số Planck                   | h              | $6,63.10^{-34} \text{J.s}$                               |

### 3. Các dạng năng lượng và sự biến đổi năng lượng trong cơ thể sống

Các hệ thống sống trong quá trình tồn tại cũng như duy trì mọi hoạt động nhất định phải thực hiện trao đổi vật chất và năng lượng với môi trường xung quanh. Như vậy trong cơ thể luôn tồn tại hai quá trình quan trọng không thể tách rời nhau mà bổ sung cho nhau, tạo điều kiện cho nhau, đồng thời ta cũng thấy được mối quan hệ đặc biệt của chúng với môi trường.

Năng lượng là đại lượng đặc trưng cho mức độ vận động của vật chất. Một vật ở trạng thái xác định thì có một năng lượng xác định. Khi vật không cô lập, nghĩa là có tương tác với các vật bên ngoài. Sự trao đổi năng lượng này có thể thực hiện bằng cách sinh công hoặc truyền nhiệt.

Đối với Lý sinh và đặc biệt là Lý sinh y học thì vấn đề quan tâm là các dạng năng lượng và sự biến đổi của chúng ở cơ thể sống.

Năng lượng là số đo chung của chuyển động vật chất trong các hình thức chuyển động khác. Mỗi hình thức vận động cụ thể tương ứng với một dạng năng lượng. Cơ thể được cấu tạo từ các nguyên tử, phân tử vật chất luôn vận động và biến đổi, vì vậy trong cơ thể cũng có đầy đủ các dạng của năng lượng

### **3.1. Các dạng năng lượng trong cơ thể**

Trong cơ thể tùy lúc, tùy nơi mà có thể tồn tại các dạng năng lượng sau đây:

#### **3.1.1. Cơ năng**

- Cơ năng là năng lượng của chuyển động cơ học và tương tác cơ học, giữa các vật hoặc các phần tử của vật. Cơ năng của hệ vật bằng tổng của động năng và thế năng của hệ ấy.
- Động năng là số đo phần cơ năng do vận tốc của nó quyết định.

Trong cơ thể động năng gặp những nơi nào đang có sự chuyển động: sự di chuyển của cả cơ thể, sự vận chuyển máu trong hệ tuần hoàn, sự vận chuyển khí trong đường hô hấp, sự vận chuyển thức ăn trong ống tiêu hóa, sự vận chuyển vật chất qua màng tế bào...

- Thế năng là phần cơ năng của hệ quy định bởi tương tác giữa các phần với nhau và với trường lực ngoài. Thế năng bằng công mà các lực thế thực hiện được khi di chuyển hệ từ vị trí (cấu hình) đang xét tới vị trí (cấu hình) có thế năng quy ước bằng 0

Đối với cơ thể, xét về toàn bộ, do tồn tại trong trường hấp dẫn của trái đất nó có một thế năng. Giữa từng cơ quan, bộ phận trong cơ thể cũng tồn tại thế năng do chúng ta di chuyển vị trí tương đối đối với nhau, hoặc thay đổi cấu hình trong quá trình thực hiện các chức năng của cơ thể sống.

#### **3.1.2. Điện năng**

Điện năng là năng lượng liên quan tới chuyển động của các phần tử mang điện (điện tích), trong nhiều trường hợp đó là các electron.

Trong cơ thể, điện năng có trong sự vận chuyển thành dòng của các ion qua màng tế bào, trong sự phát các loại sóng điện từ vào không gian xung quanh. Điện năng làm cho hưng phấn được dẫn truyền ra cả tế bào, đảm bảo cho sự hoạt động của tế bào. Không có nó cơ thể không thể tồn tại được

#### **3.1.3. Hóa năng**

Hóa năng là năng lượng giữ cho các nguyên tử, các nhóm hóa chức có vị trí không gian nhất định đối với nhau trong một phân tử. Năng lượng sẽ được giải phóng khi phân tử bị phá vỡ. Độ lớn của năng lượng được giải phóng tùy thuộc từng liên kết

Hóa năng gặp ở bất cứ nơi nào có các phân tử hóa học, do đó nó có ở khắp cả cơ thể. Hóa năng của cơ thể tồn tại dưới nhiều hình thức: hóa năng của các chất tạo hình, hóa năng của các chất dự trữ (như glycogen, lipid, protid), hóa năng của các chất đảm bảo các hoạt động chức năng, hóa năng của các hợp chất giàu năng lượng...

#### **3.1.4. Quang năng**

Quang năng là dạng năng lượng liên quan đến ánh sáng. Cơ thể tiếp nhận năng lượng từ các lượng tử ánh sáng, sử dụng nó trong các phản ứng quang hóa nhằm tạo năng lượng cho cơ thể, tiếp nhận và xử lý thông tin, thực hiện quá trình sinh tổng hợp...

### **3.1.5. Nhiệt năng**

Nhiệt năng là dạng năng lượng gắn với chuyển động nhiệt hỗn loạn của các phân tử cấu tạo nên vật chất. Vì vậy nhiệt năng còn có tên gọi là năng lượng chuyển động nhiệt.

Sự biến đổi từ các dạng năng lượng khác sang nhiệt năng và ngược lại đóng một vai trò quan trọng trong tự nhiên.

Nhiệt năng tồn tại trong toàn bộ cơ thể. Nhiệt năng đảm bảo cho cơ thể có một nhiệt độ bên trong cần thiết cho các phản ứng chuyển hóa diễn ra bình thường. Để duy trì hoạt động của cơ thể và giữ cho cơ thể ở trạng thái cân bằng, trong cơ thể luôn đồng thời tồn tại hai quá trình : tạo ra nhiệt năng cần thiết cho cơ thể và loại một phần nhiệt năng ra khỏi cơ thể.

### **3.1.6. Năng lượng hạt nhân.**

Năng lượng hạt nhân được dự trữ trong hạt nhân nguyên tử, khi bị phá vỡ năng lượng này được giải phóng. Ở cơ thể, có thể kể đến năng lượng này khi xét tương tác của bức xạ hạt nhân, tia vũ trụ với cơ thể trong cuộc sống bình thường hằng ngày hoặc khi phải tiếp xúc, sử dụng chúng với liều lượng cao hơn nhằm các mục đích khác nhau.

## **3.2. Sự biến đổi của các dạng năng lượng trên cơ thể sống**

Các cơ thể sống và các tế bào cấu tạo nên chúng không phải là những cái máy nhiệt mà là những máy chuyển hóa, chúng biến đổi năng lượng của thức ăn thành nhiệt năng, cơ năng, hóa năng... mà ở dạng ấy tế bào, mô hay cơ thể các sinh vật có thể sử dụng được. Nhiệt năng để duy trì thân nhiệt và giữ cho nó ít biến đổi. Sự thay đổi lớn của thân nhiệt gây nên nhiều rối loạn bệnh lý. Cơ năng do hệ cơ xương khớp tạo nên, đảm bảo các tư thế cần thiết và hoạt động chức năng của cơ thể duy trì sự sống, đặc biệt đảm bảo khả năng lao động của con người. Hóa năng rất quan trọng trong tổ chức sống. Nó đảm bảo các cấu trúc năng lượng cho vật chất chuyển động như cho hiện tượng thẩm thấu, khuếch tán, trao đổi chất...

Xét theo sự biến đổi năng lượng trên cơ thể ta có thể chia thành ba phần: năng lượng vào cơ thể - năng lượng chuyển hóa trong cơ thể - năng lượng rời cơ thể.

- Năng lượng vào cơ thể: Chủ yếu là hóa năng của thức ăn, có ba chất chính cung cấp năng lượng cho cơ thể là protid, lipid, glucid. Ngoài ra còn có năng lượng nhiệt, năng lượng của sóng điện từ...

- Chuyển hóa năng lượng trong cơ thể: Không giống với các chức năng khác, cơ thể không có riêng bộ máy chuyển hóa năng lượng chung cho cả cơ thể. Các chất hấp thụ được vận chuyển tới các tế bào, ở đây, các chất này tham gia vào các phản ứng chuyển hóa phức tạp. Cùng với những biến đổi hóa học này, hóa năng của các chất hấp thụ cũng chuyển hóa thành các dạng năng lượng cần thiết cho cơ thể.

Trong tất cả các phản ứng chuyển hóa bao giờ cũng có một phần năng lượng của các chất tham gia phản ứng biến đổi thành nhiệt năng.

- Năng lượng rời cơ thể: Năng lượng rời cơ thể dưới các dạng hóa năng của các chất bài tiết, động năng, điện năng và nhiệt năng.

Sự sống là sự tồn tại của vật chất, năng lượng và sự trao đổi, biến đổi của chúng theo những quy luật chặt chẽ và ít biến động. Nhiệm vụ của y học là duy trì bồi bổ và tìm biết các rối loạn xảy ra để bổ cứu, sửa chữa mà Lý sinh y học có một vai trò rất quan trọng vì các hiện

tượng sinh học ngoài các quy luật của các ngành khoa học khác cũng tuân theo các quy luật chung của vật lý học.

**Câu hỏi (bài tập) củng cố:**

1. Xác định sơ lược quan hệ giữa môn học Lý sinh với một số môn học gần khác. Phân tích tác dụng của kiến thức Lý sinh với công việc của bản thân.
2. Tại sao lại phải có đơn vị đo và sử dụng chúng đúng đắn?
3. Nêu định nghĩa và kể tên các dạng năng lượng có trong cơ thể.
4. Giải thích sự biến đổi các dạng năng lượng trong cơ thể. Cho một ví dụ và phân tích vai trò tác dụng của sự biến đổi đó.

TaiLieu.vn

## **BÀI 2**

### **CHUYỂN ĐỘNG CỦA CHẤT LỎNG VÀ SỰ VẬN CHUYỂN MÁU TRONG CƠ THỂ**

❖ **Mục tiêu học tập:** Sau khi học xong bài này, người học có thể:

- Vận dụng được các quy luật vật lý để giải thích chuyển động của máu.

Quá trình trao đổi và vận chuyển vật chất diễn ra không ngừng trong cơ thể các sinh vật. Chúng ta có thể quan sát được quá trình vận chuyển đó ở dạng vĩ mô như chuyển động của máu trong hệ tuần hoàn, chuyển động của không khí ở hệ hô hấp. Thực chất là có các dạng chuyển động vi mô phức tạp của các phân tử tạo nên các chuyển động vĩ mô đó. Vật thể được cấu tạo từ các nguyên tử, phân tử. Trạng thái rắn, lỏng, khí được quyết định bởi mật độ phân tử và lực tương tác giữa các phân tử với nhau. Các phân tử luôn luôn chuyển động hỗn loạn. Tuy các phân tử chuyển động hỗn loạn, nhưng giữa chúng có những lực tương tác xác định. Lực tương tác này chỉ tác dụng trong phạm vi kích thước phân tử (khoảng  $10^{-8}\text{cm}$ ), là lực hút khi các phân tử ở xa nhau, là lực đẩy khi các phân tử quá gần nhau. Trong chất khí, lực tương tác giữa các phân tử yếu nên phân tử chuyển động hoàn toàn hỗn loạn. Trong chất lỏng, lực tương tác giữa các phân tử mạnh hơn, các phân tử dao động quanh vị trí cân bằng đồng thời vị trí cân bằng này lại có thể dịch chuyển. Chất khí và chất lỏng được gọi chung là chất lưu. Ở chất rắn do lực tương tác giữa các phân tử chất rắn là khá mạnh nên phân tử chỉ dao động quanh vị trí cân bằng mà thôi, vì thế chất rắn dễ có hình dáng xác định

#### **1. Dịch trong cơ thể sinh vật**

Các dung dịch trong cơ thể sinh vật đóng vai trò rất quan trọng. Chúng vận chuyển vật chất từ nơi này đến nơi khác của cơ thể, chúng là môi trường để thực hiện hàng loạt các phản ứng hóa sinh, chúng bao bọc và bảo vệ các tổ chức, chúng thực hiện các quá trình trao đổi chất, chúng dẫn truyền các xung điện sinh vật

Trong cơ thể có hai loại dung môi chính là nước và lipid, từ đó chia ra làm bốn loại dung dịch: dung dịch hòa tan không điện ly, dung dịch hòa tan điện ly, dung dịch keo và dung dịch đại phân tử.

Dung dịch hòa tan không điện ly: là một hệ đồng nhất gồm hai hay nhiều chất và các chất này không có khả năng phân ly thành ion. Khi nghiên cứu loại dung dịch này ta quan tâm đến tỷ lệ chất tan trong dung dịch (nồng độ) bởi vì mọi tính chất của dung dịch đều phụ thuộc vào nồng độ của nó.

Dung dịch hòa tan chất điện ly: khác với dung dịch trên ở chỗ các chất hòa tan có khả năng phân ly thành các ion dương và âm. Độ điện ly phụ thuộc vào dung môi, nhiệt độ, nồng độ chất điện ly. Dung dịch không điện ly và dung dịch điện ly được gọi chung là dung dịch thực.

Dung dịch keo: là một hệ phân tán dị thể, chúng gồm một pha liên tục (môi trường) và các phân tử chia nhỏ với kích thước và hình dáng cơ thể khác nhau (pha phân tán). Trong môi trường này, các phân tử chia nhỏ trong dung dịch keo hay còn gọi là tiểu phần keo (hạt keo) có kích thước từ  $1\div 100\text{nm}$ . Khi môi trường phân tán là chất lỏng thì dung dịch keo được gọi là sol lỏng. Nếu môi trường phân tán là nước thì gọi là sol nước. Nếu là chất lỏng hữu cơ thì được gọi là sol hữu cơ. Đối với cơ thể ta quan tâm chủ yếu đến sol lỏng.

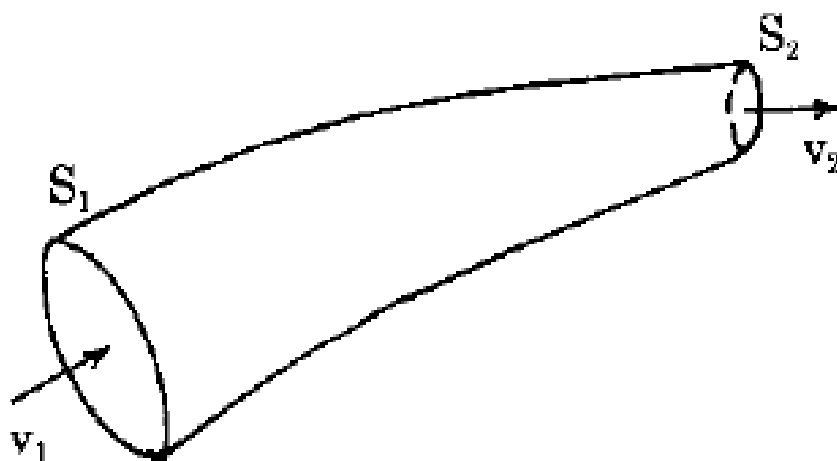
Dung dịch đại phân tử: các đại phân tử có khối lượng lớn (cỡ hàng chục nghìn đến hàng chục triệu Dalton) như protein, polymer cao phân tử kích thước lớn... Do vậy, dung dịch

đại phân tử cũng là một dạng của dung dịch keo và cũng có tính chất chung như dung dịch keo.

## 2. Các định luật về chuyển động của chất lỏng

Để khảo sát các định luật về sự chuyển động của chất lỏng, người ta đưa ra khái niệm chất lỏng lý tưởng và chất lỏng thực. Chất lỏng lý tưởng là chất lỏng tuyệt đối không nén được và bên trong chất lỏng không có ma sát. Tuy nhiên, với mức độ khá chính xác ta có thể xem chất lỏng là lý tưởng với điều kiện áp suất và nhiệt độ bình thường

### 2.1. Phương trình liên tục:



Hình 1.1. Minh họa phương trình liên tục.

Khảo sát chuyển động dừng trong một ống dòng (hình vẽ 1.1), ta thấy, lượng chất lỏng dm chảy vào ống (qua tiết diện  $S_1$ ) và chảy ra khỏi ống (qua  $S_2$ ) trong cùng thời gian  $dt$  là như nhau, ta viết được phương trình sau:

$$dm = \rho_1(dV)_1 = \rho_2(dV)_2$$

$$\text{với: } dV_1 = S_1 v_1 dt$$

$$dV_2 = S_2 v_2 dt$$

$$\Rightarrow \rho_1 S_1 v_1 dt = \rho_2 S_2 v_2 dt$$

$$\Rightarrow \rho_1 S_1 v_1 = \rho_2 S_2 v_2 \quad (1.1)$$

Đối với chất lỏng lý tưởng (không nén) thì khối lượng riêng của nó là hằng số

( $\rho_2 = \rho_1 = \rho$ ), phương trình (1.1) được viết lại là:

$$S_1 v_1 = S_2 v_2 = \text{hằng số} \quad (1.2)$$

Các phương trình (1.1), (1.2) là phương trình liên tục của chất lỏng. Chứng tỏ rằng ở tiết diện ngang của ống dòng càng bé (đường dòng khít) thì vận tốc của chất lỏng càng lớn.

### 2.2. Phương trình Bernoulli:

Khảo sát chuyển động dừng trong một ống dòng của một chất lưu đồng chất (hình vẽ), người ta xây thiết lập được phương trình:

$$\frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2 + p_2 = \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 + p_1 \quad (1.3)$$

hay  $\frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh + p = \text{hằng số}$

Phương trình (1.3) gọi là phương trình Bernoulli do D. Bernoulli thiết lập năm 1738. Trong đó:

- + Đại lượng  $\frac{1}{2}\rho v^2$  : gọi là áp suất thủy động gây ra bởi vận tốc dòng chảy
- +  $p$  : là áp suất thủy tĩnh
- + Tổng  $\frac{1}{2}\rho v^2 + p$  : là áp suất toàn phần

Trường hợp ống dòng nằm ngang thì tại mọi điểm trong ống đại lượng  $\rho gh$  là như nhau, phương trình Bernoulli trở thành:

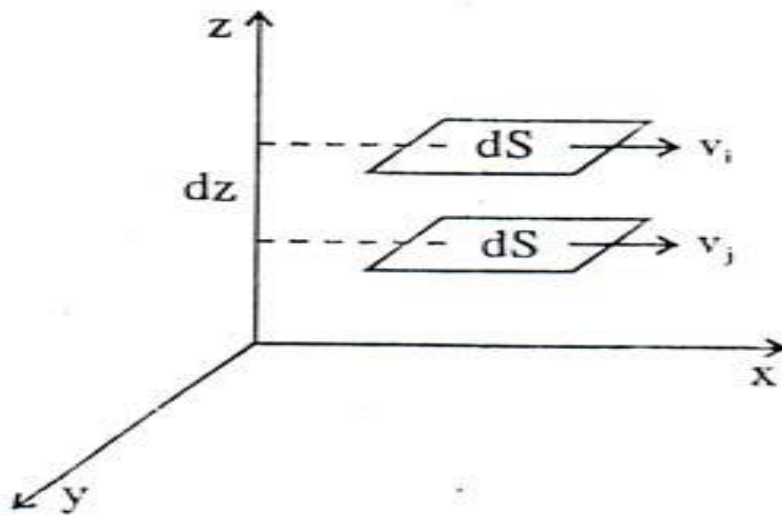
$$p + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{hằng số} \quad (1.4)$$

Nếu ống có tiết diện như nhau thì vận tốc  $v$  tại mọi điểm là như nhau và lúc đó áp suất tĩnh  $p = \text{hằng số}$ .

### 2.3. Hiện tượng nhớt. Ứng dụng

#### a) Khái niệm lực nội ma sát trong lòng chất lỏng

Khi chất lỏng chảy với vận tốc nhỏ, nó sẽ chảy thành lớp. Giả sử có một dòng chất lỏng chảy theo một hướng xác định Ox.



**Hình 1.2. Khảo sát hiện tượng nhớt**

Mỗi lớp chất lỏng có tốc độ lần lượt là  $v_1, v_2, v_3, \dots, v_n$  (các hạt chất lỏng trong cùng một lớp có vận tốc như nhau).

Do ma sát, các lớp tác dụng lên nhau. Lớp có  $v$  lớn hơn có xu hướng kéo lớp có  $v$  nhỏ. Ngược lại, lớp chuyển động chậm chậm kìm hãm lớp chuyển động nhanh. Xuất hiện lực ma sát nội (lực nhớt)  $F_{ms}$

Độ lớn của lực nội ma sát giữa hai lớp thứ  $i$  và  $j$  ở một nhiệt độ nhất định sẽ phải:

- Tỷ lệ thuận với  $dS$  là phần diện tích tiếp xúc giữa hai lớp  $i$  và  $j$
- Tỷ lệ thuận với  $dv = v_i - v_j$ . Trong đó  $v_i, v_j$  là vận tốc thứ  $i$  và  $j$ .
- Tỷ lệ nghịch với khoảng cách giữa hai lớp ( $dz$ )
- Tùy thuộc vào bản chất của chất lỏng được đặc trưng bằng hằng số tỷ lệ.

Gọi là hệ số nhớt của chất lỏng  $\eta$  (eta).

$$\text{Theo Niuton: } F_{ms} = \eta \frac{dv}{dz} \cdot dS \quad (1.5)$$

$\frac{dv}{dz}$  gọi là gradiêng vận tốc. Cho thấy mức độ thay đổi của vận tốc khi đi từ lớp này qua lớp khác.

Nếu  $dS = 1$  đơn vị diện tích và  $\frac{dv}{dz} = 1$  Thì  $F_{ms} = \eta$

Ý nghĩa vật lý của  $\eta$  : hệ số nhớt của chất lỏng chính bằng lực ma sát nội xuất hiện giữa hai lớp chất lỏng có diện tích là 1 đơn vị và gradiêng vận tốc của chúng bằng 1. Lúc đó hệ số nhớt  $\eta$  chỉ phụ thuộc vào bản chất của chất lỏng và nhiệt độ của chất lỏng.  $\eta$  ở  $20^\circ\text{C}$  là một hằng số vật lý cùng với các hằng số vật lý khác dùng để định tính các chất..

Chú ý: hệ số nhớt phụ thuộc vào nhiệt độ là vì lực nội ma sát gây ra do các phân tử chất lỏng chuyển động tương đối với nhau. Khi nhiệt độ thay đổi thì trạng thái chuyển động của các phân tử cũng thay đổi. Hệ số nhớt được xác định bằng thực nghiệm, có ý nghĩa trong y học. Chẳng hạn xác định hệ số nhớt của máu, huyết thanh cho ta biết tình trạng bệnh lý của cơ thể.

Đơn vị của  $\eta$  : N.s/m<sup>2</sup> hay kg/m.s, gọi là poadơi

**Bảng 2.1. Hệ số nhớt của một số chất ở  $20^\circ\text{C}$**

| Tên chất    | $\eta$ (N.S/m <sup>2</sup> ) | $\eta / \eta_0$ |
|-------------|------------------------------|-----------------|
| Nước        | 0,01                         | 1               |
| Rượu êtylic | 0,012                        | 1,2             |
| Glycerin    | 8,5                          | 850             |
| Máu người   | 0,038 - 0,045                | 3,8 - 4,5       |

Hệ số nhớt của máu phụ thuộc vào cả huyết thanh và hồng cầu. Theo Anhstanh, hệ số nhớt của một dung dịch chứa những hạt rất nhỏ phụ thuộc vào hệ số  $\eta$  của riêng chất lỏng và thể tích  $V$  của tất cả các hạt trong 1cm<sup>3</sup> dung dịch.

Như vậy lượng hồng cầu ảnh hưởng rất nhiều đến  $\eta$  của máu. Người thiếu máu và người bình thường có hệ số  $\eta$  khác nhau.

Ngoài ra hệ số  $\eta$  cũng cho ta biết tình trạng của cơ thể. Bình thường  $\eta$  của huyết thanh từ 1,64 - 1,69 ở 20°C. Khi ốm có thể từ 1,5 - 3. Do tỷ lệ và chất lượng của các albumin trong huyết thanh thay đổi.

### **b) Công thức Poiseuille (poiseuille)**

Khi chất lỏng nhớt chảy trong một ống dẫn hẹp phải tính đến lực nội ma sát tức là tính đến độ nhớt. Dòng chảy chất lỏng nhớt qua ống trụ rất hẹp được Poiseuille khảo sát rất kỹ với mục đích chính là để nghiên cứu dòng chảy của máu trong các động mạch và tĩnh mạch. Trong các huyết quản dòng chảy của máu thành lớp như trong ống trụ hẹp. Do tính chất đối xứng của ống trụ ta dễ thấy rằng tốc độ dòng chảy tại trục ống là lớn nhất và giảm dần theo hướng xa tâm và bề mặt lòng ống tốc độ dòng chảy bằng 0. Poiseuille đã chứng minh được công thức biểu diễn sự phụ thuộc của tốc độ dòng chảy của lớp chất lỏng và vị trí  $x$  của lớp chất lỏng đó.

$$v = \frac{\Delta p \cdot x^2}{4\eta L}$$

Trong đó  $v$  là vận tốc của lớp chất lỏng,  $\eta$  là hệ số nhớt,  $\Delta p$  là độ chênh lệch áp suất giữa hai đầu ống,  $x$  là khoảng cách từ thành ống đến lớp chất lỏng đề cập đến và  $L$  là chiều dài ống.

Từ đó có thể tính được lưu lượng chất lỏng chảy qua một ống trụ nằm ngang trong một giây theo hiệu áp suất giữa hai đầu ống, chiều dài ống, bán kính ống và hằng số nhớt chất lỏng.

$$Q = \frac{\pi r^4 \Delta p}{8\eta L} \quad (1.6)$$

Ở đây chúng ta cần lưu ý là ống trụ nằm ngang, do đó chất lỏng chuyển động chỉ nhờ chênh lệch áp suất giữa hai đầu ống, trọng lực không cần xét tới. Trường hợp ống không nằm ngang phải xét đến cả trọng lực, thí dụ như tim bơm máu lên đầu thì khó hơn bơm máu xuống chỉ dưới khi người đang đứng.

Đại lượng  $\frac{8\eta L}{\pi r^4}$  còn được gọi là sức cản thủy động lực của ống trụ hẹp đối với chất lỏng có độ nhớt  $\eta$

## **3. Sự vận chuyển máu**

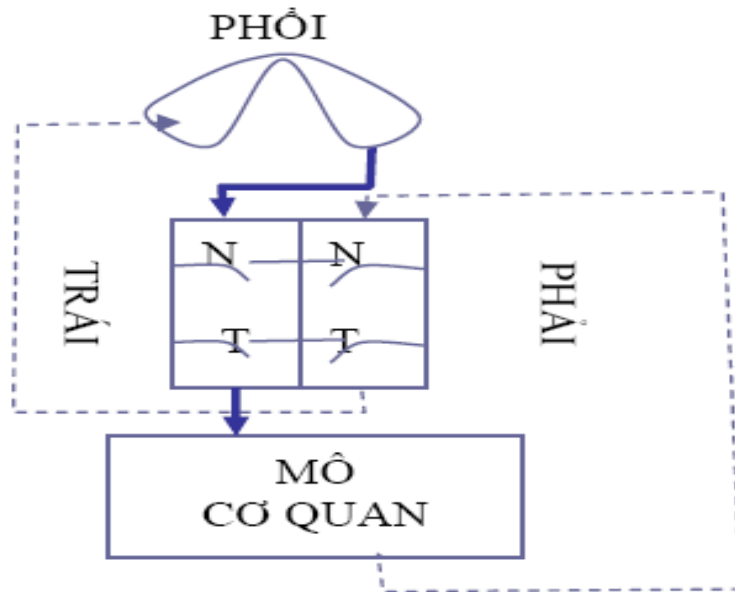
### **3.1. Sơ lược về tính chất vật lý của hệ tuần hoàn:**

Hệ tuần hoàn máu có hai vòng khép kín: vòng tiểu tuần hoàn và đại tuần hoàn:

Vòng tiểu tuần hoàn chuyển máu từ phần tim phải đến phổi. Ở đó máu hấp thụ  $O_2$  và đào thải  $CO_2$  rồi chảy về tim.

Vòng đại tuần hoàn đưa máu từ tim trái qua hệ thống động mạch xuống tất cả các phủ tạng, tổ chức, cơ quan của cơ thể. Ở đó máu cung cấp  $O_2$ , lấy  $CO_2$  và trao đổi các vật chất cần thiết rồi cuối cùng qua hệ tĩnh mạch về tim phải.

Như vậy máu ra khỏi tâm thất trái, qua hệ thống động mạch, mao mạch, tĩnh mạch rồi đổ vào tâm nhĩ phải. Trong buồng tim, máu theo chiều nhất định nhờ sự cơ bóp của tim, tính đàn hồi của thành mạch, các van trong buồng tim và trong lòng mạch máu.



**Hình 1.3. Mô hình hệ tuần hoàn**

#### **a) Tim như cái bơm**

Quả tim là một cơ rỗng được vách ngăn chia thành hai nửa: tim phải và tim trái. Ở mỗi ngăn lại được phân thành tâm thất và tâm nhĩ nhờ van. Van làm cho máu chỉ chuyển động theo một chiều từ tâm nhĩ xuống tâm thất mà không có chiều ngược lại. Cơ tim có cấu tạo đặc biệt bao gồm những sợi cơ vân liên kết với nhau thành một mạng. Cơ tim chỉ co khi nào cường độ kích thích đạt quá “ngưỡng” và khi đó lực co của tim tăng nhanh để đạt giá trị cực đại ngay. Ngoài ra, trong cơ tim có cấu tạo tổ chức đặc biệt với chức năng phát động và dẫn truyền xung động để kích thích cơ tim co bóp đều đặn. Tổ chức đó bao gồm:

- Nút Kett – Flack nằm ở nhĩ phải. Chính đây là nơi xuất phát các kích thích nhịp co đều của tim. Nút Kett – Flack còn được gọi là nút xoang nhĩ.
- Nút Tawara còn gọi là nút nhĩ thất. Xung động truyền từ nút Kett – Flack dọc theo cơ nhĩ đến nút Tawara.

Bó Hiss gồm hai nhánh phân ra hai tâm thất. Đây là đường độc nhất để xung động truyền sang tâm thất. Nó có hai nhánh lớn và phân chia thành nhiều nhánh nhỏ gọi là nhánh Pourkinger. Xung động theo nhánh Pourkinger tới khắp tâm thất và xuống tới mỏm tim.

Tuy vậy phần nào tim vẫn chịu sự điều hòa của cơ thể qua hệ thần kinh trung ương và qua các nội tiết tố, các ion kim loại hiếm trong cơ thể...

Người ta phân biệt vòng tuần hoàn lớn và vòng tuần hoàn nhỏ:

- Ở vòng tuần hoàn lớn: máu chảy từ tâm thất trái qua động mạch chủ, tiểu động mạch, mao mạch,... tĩnh mạch chủ rồi về tâm nhĩ phải.
- Ở vòng tuần hoàn nhỏ: máu chảy từ tâm thất phải qua động mạch phổi,... tĩnh mạch phổi về tâm nhĩ trái.

#### **b) Van và tính đàn hồi của thành mạch máu**

##### **\* Cấu tạo của thành mạch**

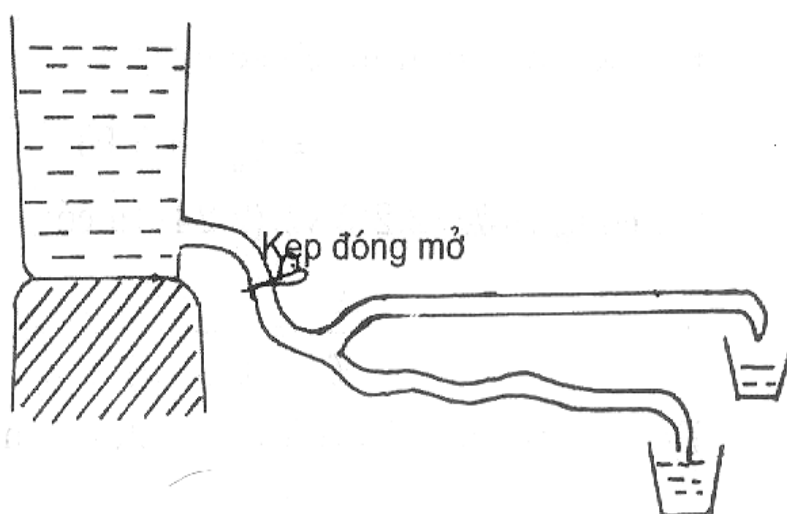
Cấu tạo của hệ thống mạch máu trong cơ thể dày đặc và phân phối tương đối đồng đều khắp cơ thể.

Động mạch chủ, tĩnh mạch chủ có đường kính lớn nhất còn đường kính mao mạch là nhỏ nhất. Cấu tạo của các thành mạch chủ yếu là các cơ liên kết, cơ sợi đàn hồi và các thớ cơ trơn. Sự co giãn cơ trơn để thay đổi tiết diện lòng mạch được điều khiển bằng hệ thần kinh thực vật và các nội tiết tố.

Trong lòng mạch còn chứa các hệ thống van, làm cho máu chỉ chảy theo một chiều nhất định.

*\* Tác dụng đàn hồi của thành mạch*

Thành động mạch đóng vai trò quan trọng để duy trì dòng chảy liên tục và tăng thêm áp suất dòng chảy ta tiến hành thí nghiệm để thấy vai trò của ống đàn hồi mô tả thí nghiệm như hình vẽ :



**Hình 1.4. Mô tả thí nghiệm về tính đàn hồi của thành mạch**

Cho kẹp tháo nước liên tục ta thấy ở ống cứng nước chảy ngắt quãng theo nhịp kẹp đóng mở. Còn ở ống cao su nước chảy thành dòng liên tục và lưu lượng lớn hơn. Trong thành ống xuất hiện sóng đàn hồi có thể quan sát được.

Mỗi lần mở kẹp chất lỏng được cung cấp một áp suất để chuyển động, đồng thời cũng nhận được một phần năng lượng để giãn rộng ra, như vậy sự biến dạng đàn hồi của các thành ống đã đóng vai trò quan trọng của chất lỏng chuyển động trong ống cao su và chuyển động của máu trong thành mạch cũng vậy.

Lực đặt lên thành mạch tại một điểm được xác định bởi hệ thức:  $F = \frac{E.S}{l} \Delta l$

Trong đó:  $l$  là chiều dài vật và  $\Delta l$  là sự biến dạng theo chiều dài của vật;  $E$  là mô đun đàn hồi hay mô đun Young của vật.

Công thực hiện do sự biến dạng này sẽ được tính theo giá trị trung bình  $F$ .

$$A = F \cdot \Delta l = \frac{1}{2} \frac{E.S}{l} \Delta l^2$$

Công này tạo ra thế năng  $E_t$  của biến dạng đàn hồi với

$$E_t = \frac{1}{2} \frac{E.S}{l} \Delta l^2$$

Vậy thế năng của thành mạch tỷ lệ với bình phương của độ biến dạng ( $\Delta l^2$ ). Ta thấy mạch giãn càng rộng ( $\Delta l$  càng lớn) thì thế năng dự trữ càng lớn. Thế năng này rõ ràng có giá trị biến thiên tùy thuộc vào  $\Delta l$  ở từng thời điểm. Ở thời kỳ tim không co bóp áp suất dòng chảy giảm xuống dần. Thế năng ở thành mạch sẽ cung cấp áp suất cho dòng chảy liên tục và điều hòa trong suốt cả thời kỳ tâm trương.

Kèm theo sự lan truyền áp suất dọc theo thành mạch là sóng mạch. Sóng mạch có thể cảm giác được dưới tay. Tốc độ sóng mạch ở động mạch chủ là 4m/s - 5m/s tức là sau một co bóp của tim (tâm thu) kéo dài tới 0,3s sóng mạch đã lan truyền được 1,2 - 1,5m. Tốc độ lan truyền của sóng mạch không liên quan đến tốc độ chảy của máu trong lòng mạch. ở người lớn tuổi, do các thay đổi về thành phần và cấu tạo của thành mạch, tính đàn hồi bị giảm đi và do vậy tốc độ lan truyền của sóng mạch cũng tăng lên.

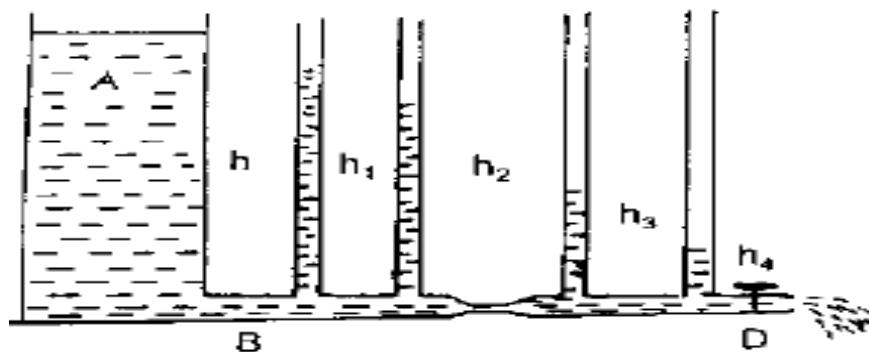
Vì vậy việc giữ cho thành mạch đảm bảo đàn hồi là vấn đề quyết định giải quyết vấn đề về bệnh tim mạch. Nếu uống rượu, hút thuốc, hoặc sử dụng các chất kích thích sẽ làm sơ cứng, xơ vữa động mạch làm giảm khả năng đàn hồi gây các bệnh tim mạch.

### **c) Sự phân nhánh của hệ mạch:**

Nhìn chung, áp suất dòng chảy bị giảm dần khi xa tim. Nếu không kể đến nội lực ma sát do độ nhớt gây ra thì nguyên nhân chính của sự hao hụt áp suất là lực nội ma sát xuất hiện giữa thành mạch và máu chảy trong lòng mạch. Hình 2.5 minh họa về sự giảm áp suất do ma sát.

Bình A đựng đầy nước đến độ cao  $h$ , ống BD nối vào đáy bình và có các ống nhánh 1, 2, 3, 4,... có tiết diện giống nhau. Ở độ cao  $h$ , nước trong bình A có một thế năng nhất định. Thế năng này tạo cho nước ở đáy bình một áp suất. Nếu vòi D khóa kín, nước trong bình A không chảy được vì thế năng không chuyển sang dạng động năng của dòng chảy, mực nước trong các ống 1, 2, 3, 4... sẽ bằng mực  $h$  ở bình A.

Nếu vòi D mở cho nước chảy ra thì mực nước trong các ống 1, 2, 3... sẽ giảm dần. Như vậy là đã có một sự giảm thế năng của nước thể hiện ở các độ cao  $h_1, h_2, h_3...$  thấp dần so với độ cao  $h$ . Thế năng hao hụt đó dùng để tạo nên tốc độ chảy và để thắng lực cản của thành ống, trong đó phần lớn năng lượng dùng để thắng lực cản, còn phần rất nhỏ để tạo tốc độ cho dòng chảy. Sức cản càng lớn thì sự hao hụt thế năng càng lớn thể hiện ở mực nước càng xuống thấp dần. Đặc biệt mực nước ở cột 3 thấp hơn mực nước ở cột 2 nhiều do eo thắt E đã làm tăng sức cản của thành ống lên. Qua đó ta thấy sự phân nhánh càng nhiều, lực ma sát của thành mạch càng tăng làm cho áp suất chảy của máu trong hệ tuần hoàn càng giảm.



**Hình 1.5. Sự phân nhánh hệ mạch**