



SINH LÝ HỌC THỰC VẬT

PGS.TS. Phạm Văn Hiền
ThS. Nguyễn Hồng Đức

Bộ môn Sinh lý – Sinh hóa thực vật
www.hcmuaf.edu.vn/pvhien



Chương I: Sinh lý tế bào

1. Thành phần hoá học của tế bào
2. Cấu trúc tế bào thực vật
3. Đặc tính vật lí và hóa keo của nguyên sinh chất
4. Sự xâm nhập nước vào tế bào
5. Sự xâm nhập chất tan vào tế bào



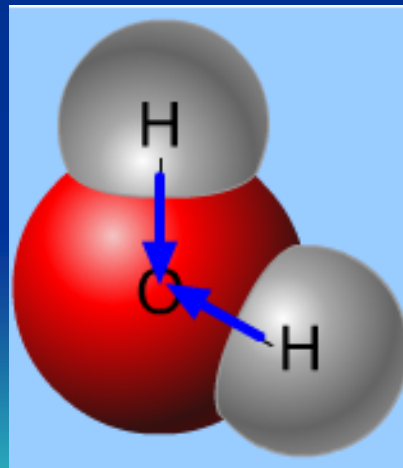
1. Thành phần hoá học của tế bào

1.1 Hàm lượng và thành phần các chất

- Vegnatxki: tế bào sống chứa các nguyên tố có mặt trong tự nhiên (93 nguyên tố).
- Đa dạng nguyên tố trong tế bào cũng đa dạng như tự nhiên
- Về hàm lượng, tế bào có: 85% nước; 10% protein; lipid 2%; 0,4% ADN; 0,7% ARN; 0,4% các chất hữu cơ khác và 1,5% các chất vô cơ khác.
- Ước tính tương đối: cứ 1 phân tử ADN có 44 phân tử ARN, 700 phân tử protein và 7000 phân tử lipid

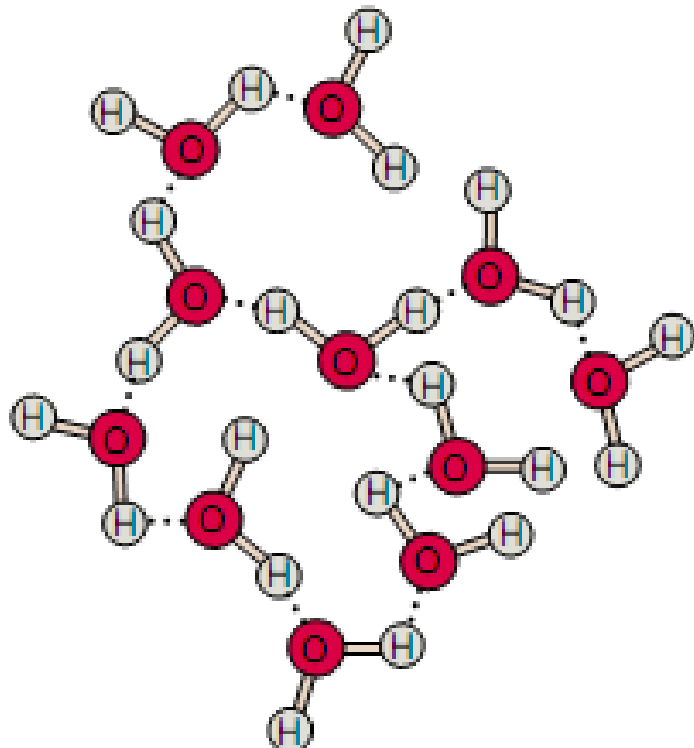
1.2. Nước trong tế bào và trong cơ thể thực vật

- **Nước tự do** chiếm tới 95% lượng nước trong tế bào
- **Nước liên kết** chỉ chiếm khoảng 5-10%

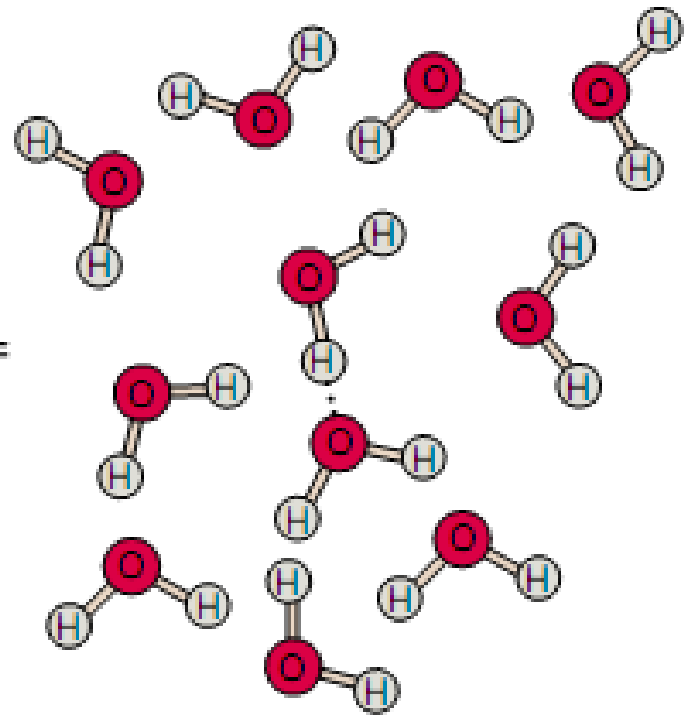


Sự liên kết thuận nghịch giữa các pt nước trong tự nhiên và trong cây

(A) Correlated configuration



(B) Random configuration



1.3 – Protein

- Tỷ lệ số nhóm amin ($-NH_2$), số nhóm carboxyl ($-COOH$) khác nhau, nên khi tạo thành mạch liên kết peptit số nhóm $-NH_2$ và $-COOH$ còn lại khác nhau. Tùy thuộc vào pH của môi trường mà mạch peptit thể hiện tính acid yếu hay tính kiềm yếu (tùy thuộc vào số gốc tự do của $-COOH$ và $-NH_2$ phân ly)
- Điểm đẳng điện (pI hoặc pK): là pH môi trường mà ở đó số gốc carboxyl và amin phân tử bằng nhau, phân tử trung hòa về điện tích.



1.3 – Protein

- **Cấu liên kết**

Các nhóm trên mạch nhánh của poly peptit có nhiều dạng: mạch hydro carbon thẳng hoặc vòng, -SH, -OH, -COOH, -NH₂, Các nhóm này có thể liên kết với nhau bằng những liên kết không bền vững tạo thành **cấu liên kết**.

Cấu liên kết giúp cho phân tử protein bền vững hơn trong môi trường phù hợp. Tuy nhiên liên kết này không bền vững, nhất là khi môi trường thay đổi (nhiệt độ, áp suất, nồng độ dung dịch môi trường)

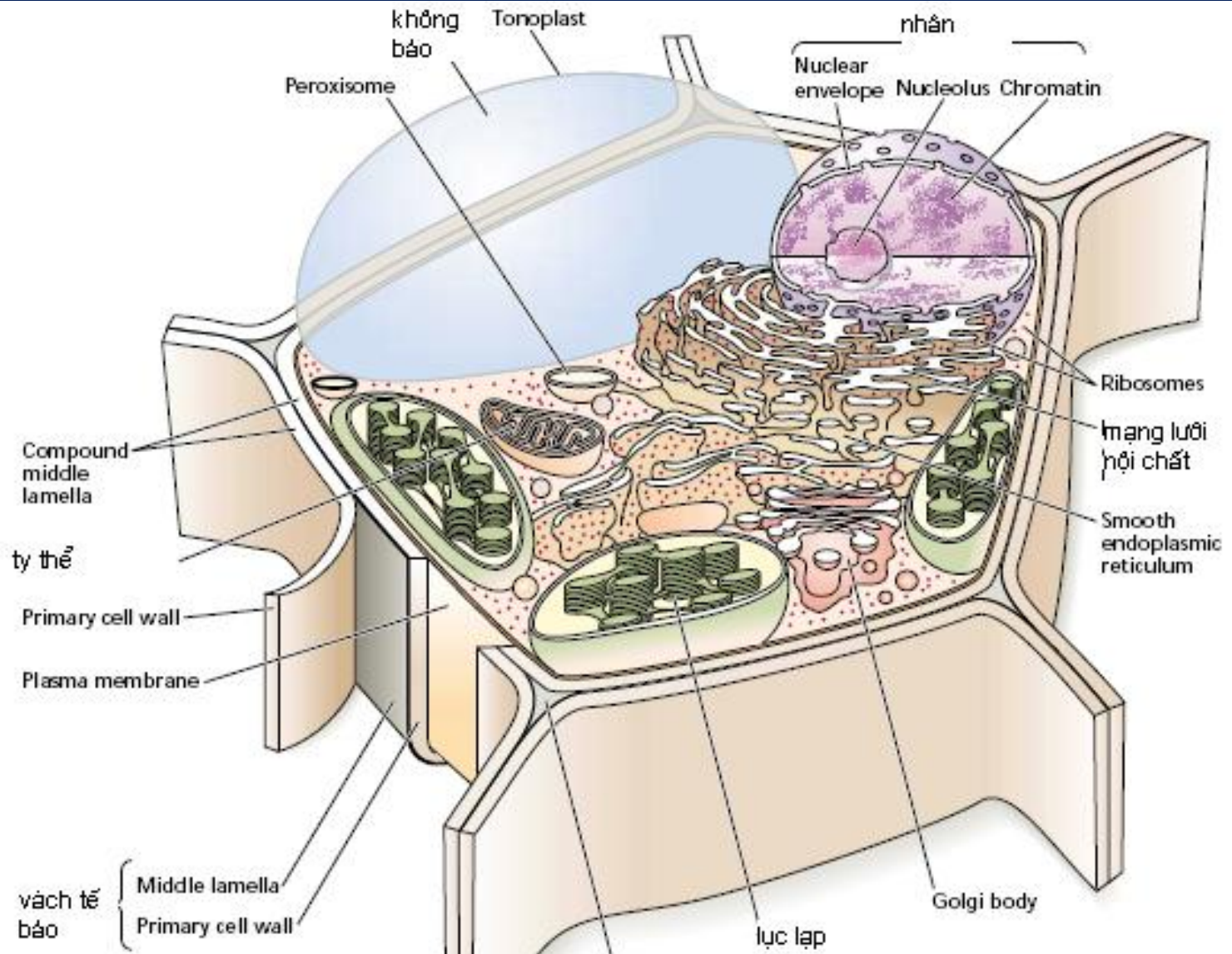


2. Cấu trúc và chức năng tế bào thực vật

2.1 Sơ đồ tổ chức tế bào thực vật



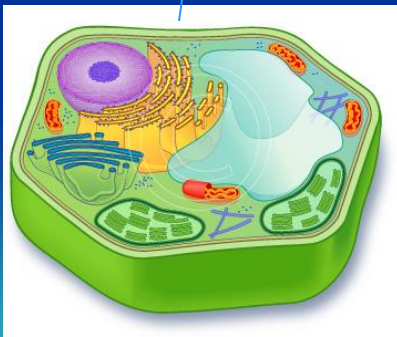
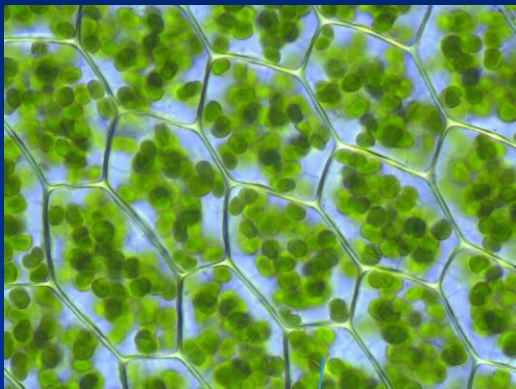
Sơ đồ tổ chức tế bào



Chức năng của tế bào

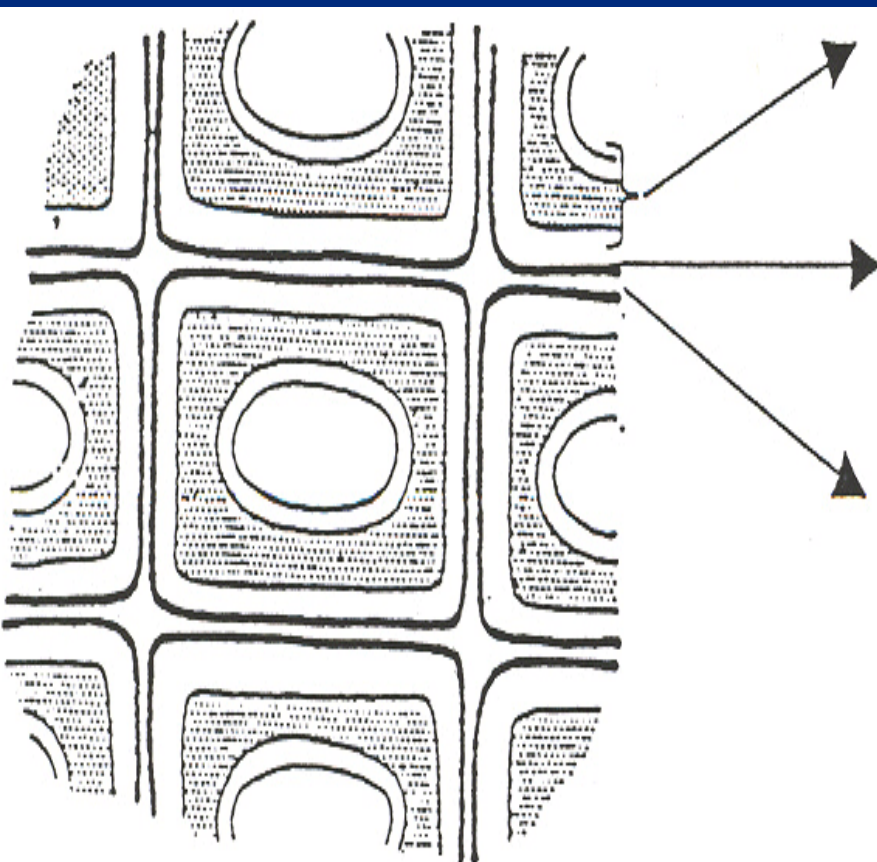
- Xây dựng khối cấu trúc để hình thành mô và cơ quan
- Có cơ cấu che chở để tự bảo vệ đối với các yếu tố bên ngoài
- Có chức năng độc lập – có thể tồn tại trong điều kiện nuôi cấy thích hợp
- Có thể sử dụng nguyên liệu đường để tạo ra năng lượng nhằm duy trì hoạt động sống của tế bào
- Chứa đầy đủ các thông tin di truyền, có thể tự sao chép hay tương tác với các tế bào khác để hình thành các tổ chức cơ quan đa bào

- **Có tính toàn năng**
tạo ra 1 cơ thể thực vật hoàn chỉnh từ 1 tế bào riêng lẻ



Cấu trúc và chức năng sinh lý của tế bào TV

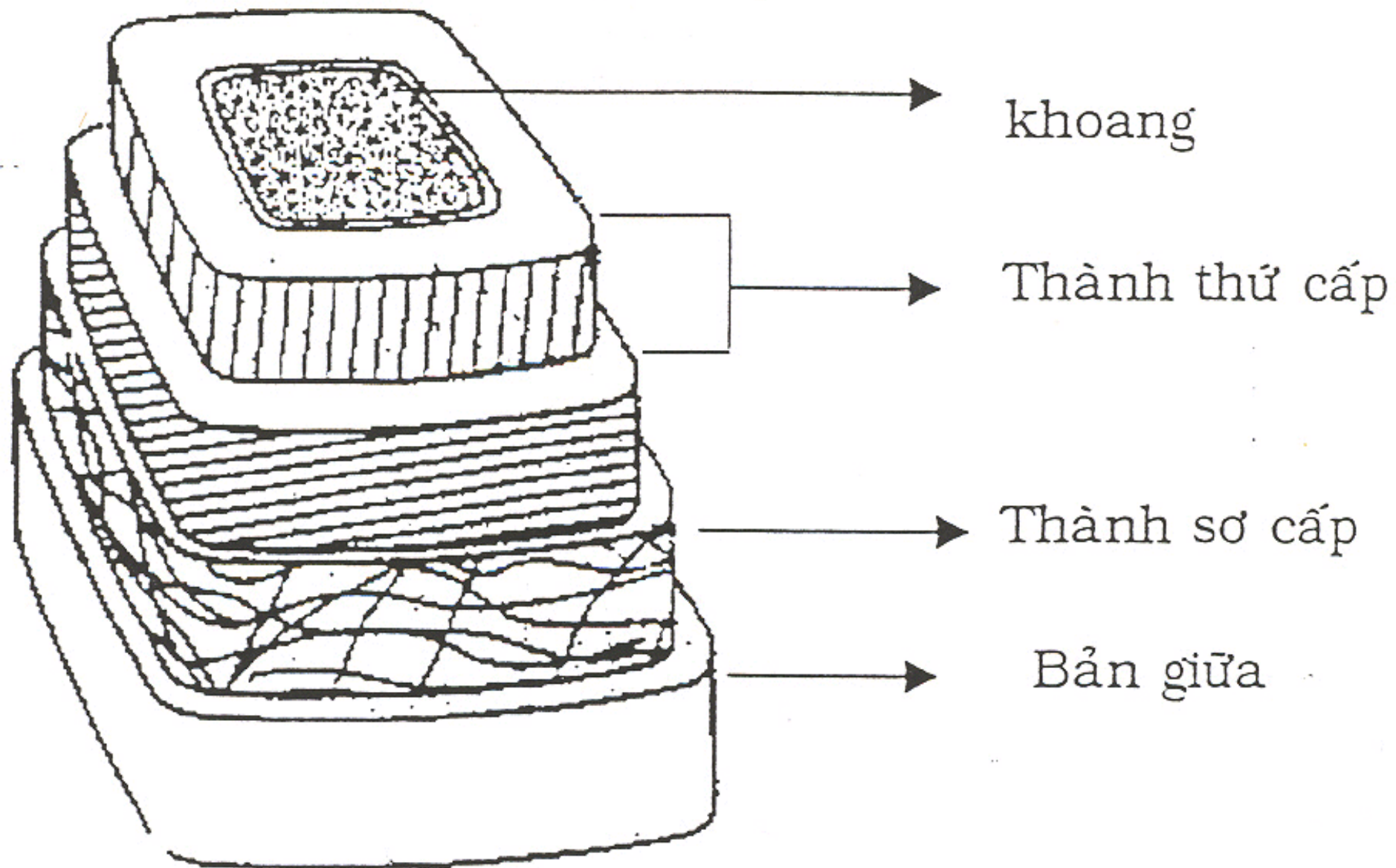
2.1.1 Vỏ/vách (wall) tế bào



Vách thứ cấp (secondary wall-SW)

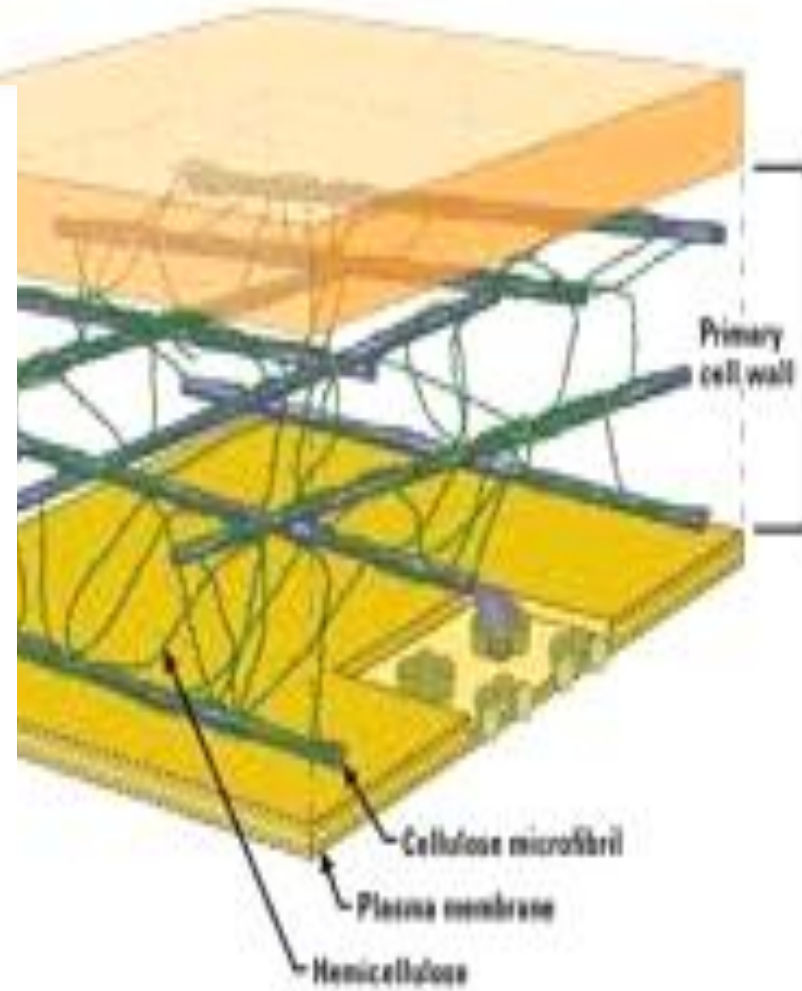
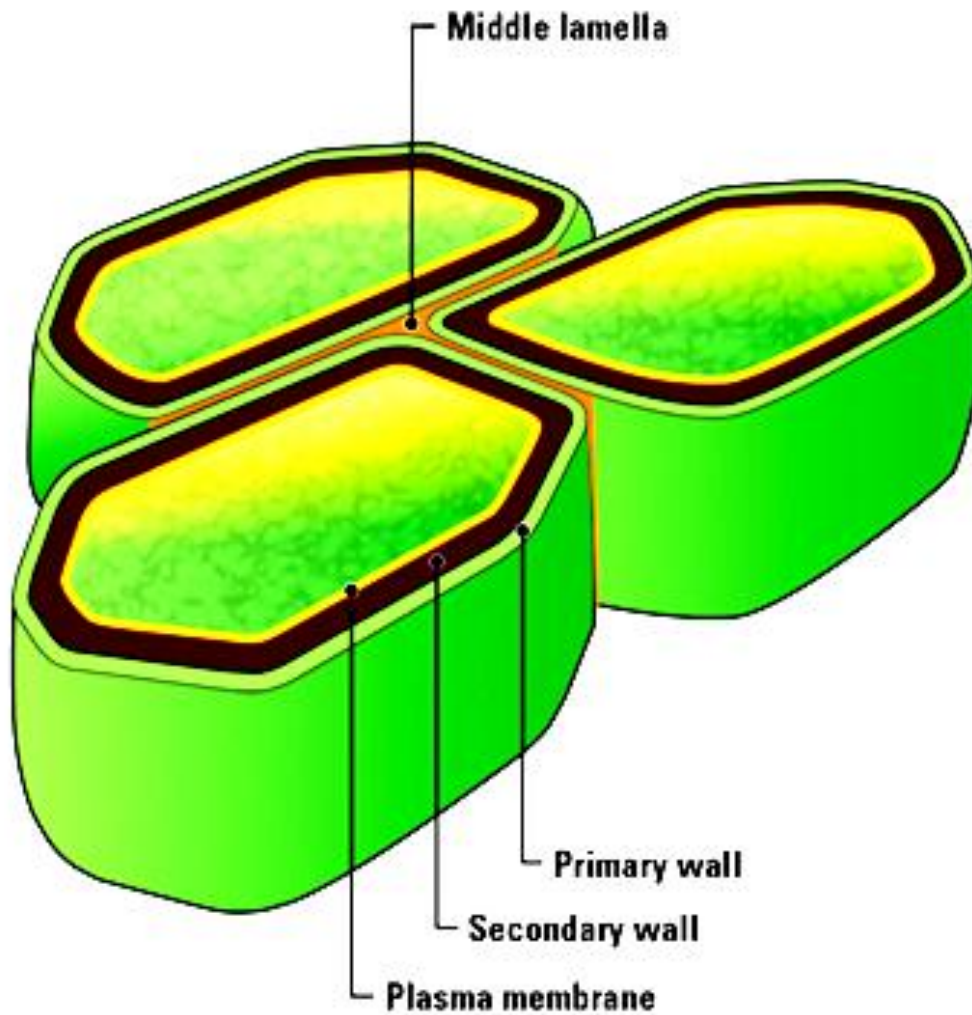
Vách sơ cấp (primary wall-PW)

Bản giữa (middle lamella-ML)



Định hướng khác nhau của các sợi cellulose trong thành phần tế bào thực vật

Hình: Vách tế bào

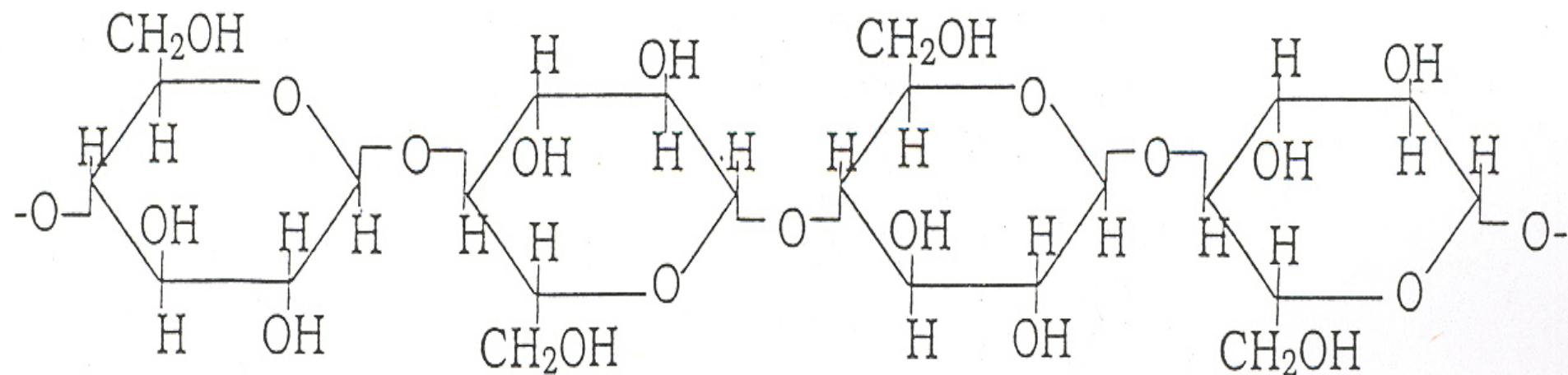


Lớp sơ cấp (Primary wall- PW):

Chủ yếu là cellulose (1 phân tử cellulose có 3000 phân tử glucose),

Các phân tử cellulose liên kết lại với nhau tạo thành sợi microfibrills; mỗi sợi fibri có $\phi = 5 - 12\text{nm}$ và chứa 50-60 phân tử cellulose,

Ngoài ra, còn chứa **hemicellulose** và **pectin** (nguyên liệu chính của bản giữa).



Cấu trúc hoá học của Cellulose

Lớp thứ cấp (Secondary wall- SW):

Khi tế bào không lớn nữa thì bắt đầu hình thành SW từ PW theo hướng vào phía trong tế bào.

SW chứa 45% cellulose, ít hemicellulose hơn PW; SW chứa nhiều lignin (35%) theo trọng lượng khô của mô gỗ (Tổ hợp cellulose với lignin là cơ sở của sự phát triển của gỗ).

- ✓ Vách tế bào giúp cho tế bào giữ vững được hình thái.
- ✓ Tham gia vào quá trình trao đổi chất (có nhiều nhóm –COOH của uronic, pectic... nên dễ tích điện âm).



Lớp giữa (Middle lamella - ML)

- Hình thành khi tế bào phân chia. Có nhiệm vụ **gắn kết các tế bào với nhau**
- Thành phần cấu trúc chủ yếu là **pectin** (pectat canxi). **Pectat canxi** như là chất “xi măng” gắn các tế bào với nhau thành một khối vững chắc

Khi quả chín, **pectat canxi** bị phân hủy nên các tế bào rời nhau ra và quả mềm đi.

Trong kỹ thuật tách tế bào trần (protoplast), dùng **enzym pectinase** → phân hủy vách tế bào, mất sự gắn kết các tế bào trong mô → tạo nên các tế bào trần (không có vách tế bào bao bọc)

Chức năng của vách tế bào

- Bao bọc, bảo vệ cho hệ thống chất nguyên sinh bên trong
- Chống lại áp lực của áp suất thẩm thấu do không bào gây nên.

Những biến đổi của vách tế bào

- Hóa gỗ, hóa bần và hóa cutin
- **Hóa gỗ** (như mô dẫn truyền): do các lớp cellulose ngấm hợp chất **lignin** làm cho vách tế bào rất rắn chắc



- **Hóa bền** (mô bì, lớp vỏ củ...) (khoai tây, khoai lang...): ngấm các hợp chất **suberin và sáp** → không thấm nước và khí → ngăn cản quá trình trao đổi chất và VSV xâm nhập → trạng thái ngủ nghỉ sâu của củ, hạt.
- **Hóa cutin** (biểu bì của lá, quả, thân cây...): thấm thêm tổ hợp của **cutin và sáp** → không thấm nước và khí → che chở, hạn chế thoát hơi nước và ngăn cản VSV xâm nhập...

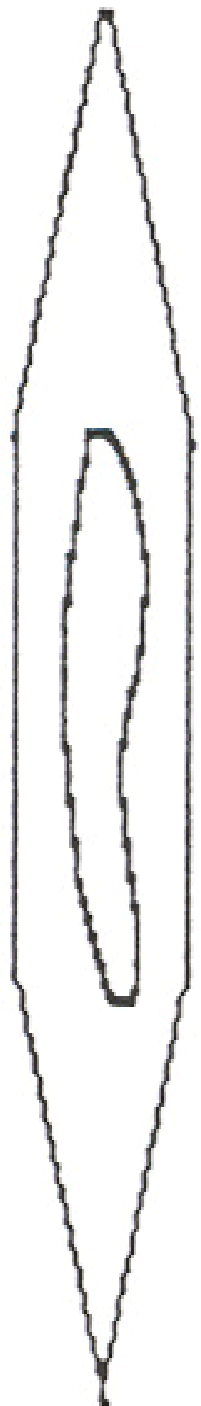


2.1.2 Không bào (Vacuole)

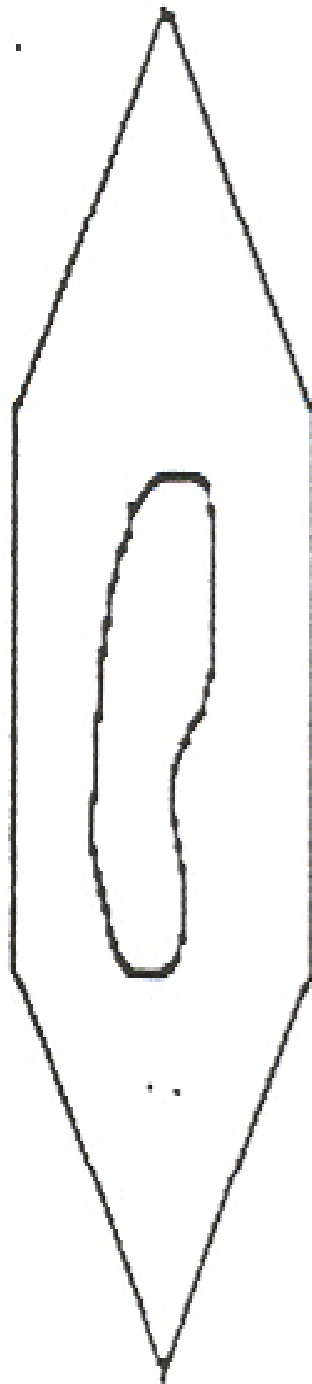
Hình thành khi tế bào trưởng thành từ những túi nhỏ

- ✓ Không bào chứa sản phẩm trao đổi chất: Acid hữu cơ, acid amin, protein hoà tan, alcaloid, glucosid, sắc tố hoà tan trong nước (Anthocyanin).
- ✓ Trong không bào chứa dịch bào, vừa là sản phẩm của trao đổi chất vừa tham gia tích cực vào quá trình trao đổi chất.
- ✓ Áp suất thẩm thấu của dịch bào rất cần cho quá trình hút nước cũng như trao đổi chất nói chung.

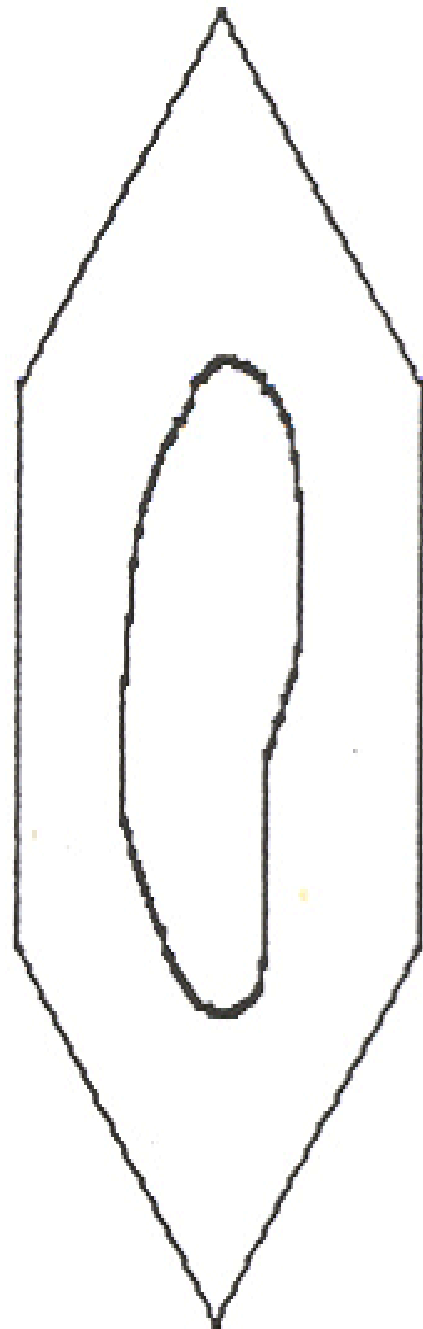




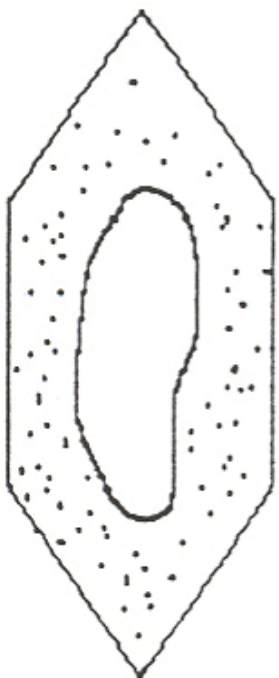
$\leftarrow -\text{H}_2\text{O}$



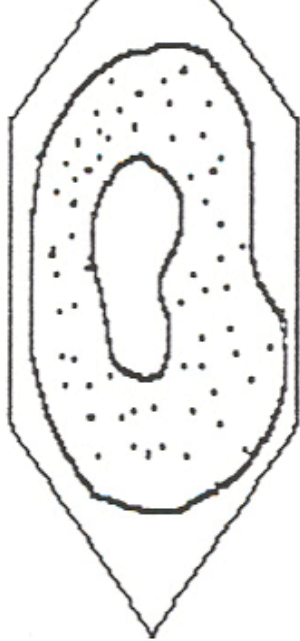
$\xrightarrow{+\text{H}_2\text{O}}$



Hiện tượng co nguyên sinh (CNS)

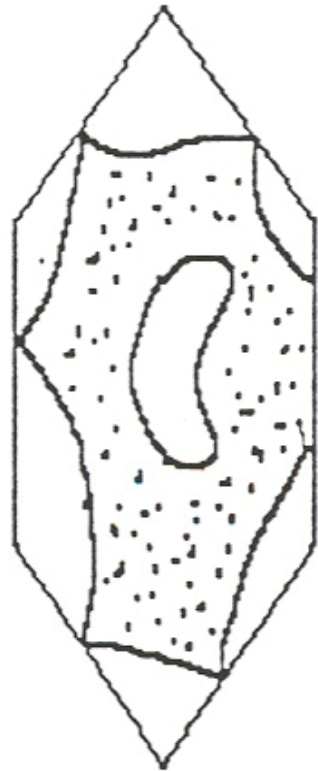


-H₂O



CNS lõi (độ
nhớt CNS
thấp)

-H₂O



CNS lõm
(độ nhớt
CNS cao)

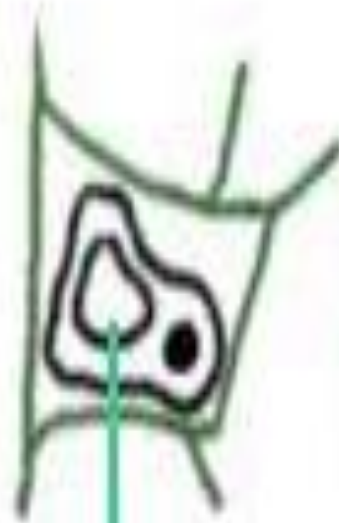
FULL



VACUOLE



EMPTY



VACUOLE





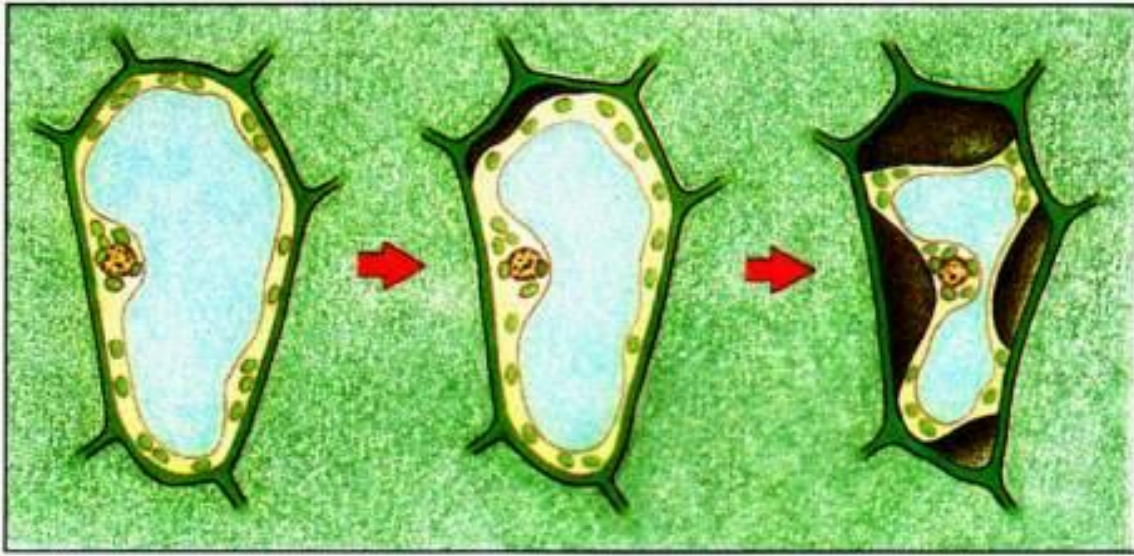
a



b



c



Tình trạng nước trong tế bào và biểu hiện của cây

2.1.3 Chất nguyên sinh

Có 2 phần :

- ✓ Cơ quan tử
- ✓ Cơ chất



Cơ quan tử

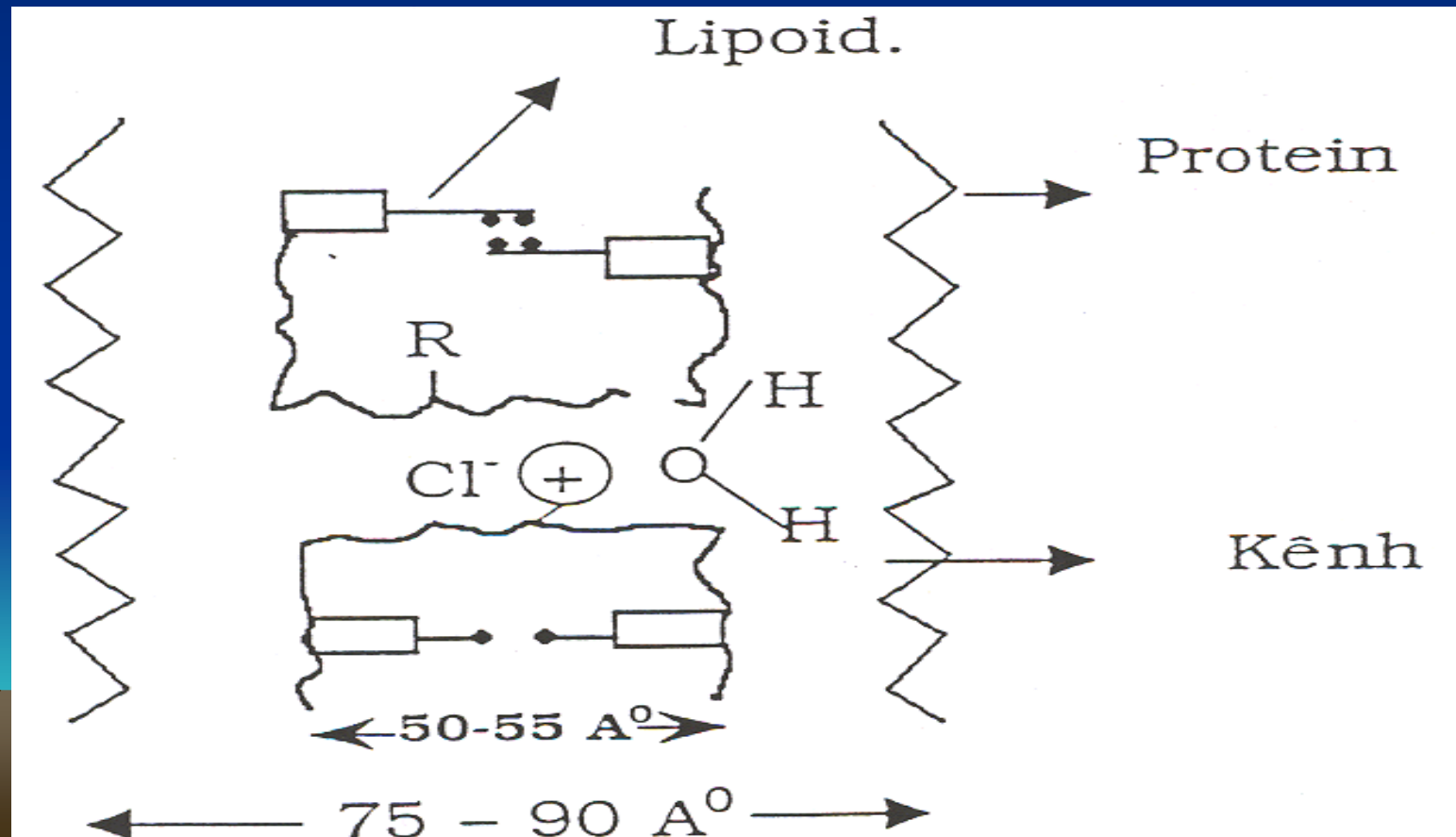
- Nhân (Nucleolus) * Cấu trúc: hình tròn, bầu dục 7-8 μ m, thành vách có hai lớp, có nhiều lỗ trống. Trong nhân có chứa chromatine (DNA & RNA).
* Chức năng: **chương trình hoá** sự tổng hợp protein đặc hiệu và tham gia vào quang hợp.
- Lạp thể (Plastid): 3-4 đến 15-20 μ m. Đáng chú ý là lục lạp, chứa chlorophylle tiến hành **chức năng quang hợp**.
- Ty thể (Mitochondrion) hình cầu hoặc hình que 1-5 μ m. Ty thể có cấu tạo màng kép, là **trung tâm năng lượng** của tế bào.
- Vi thể (Ribosome) : kích thước siêu hiển vi 150-350 A° , cấu tạo nội chất (Endoplasme). **Tổng hợp protein**.

Tế bào chất/nguyên sinh chất (Cytoplasm)

Cấu tạo: dị thể, có ngoại, trung và nội chất.

Cấu trúc điển hình là **cấu trúc màng**.

Cấu trúc màng tạo nhiều tiểu khu vực.



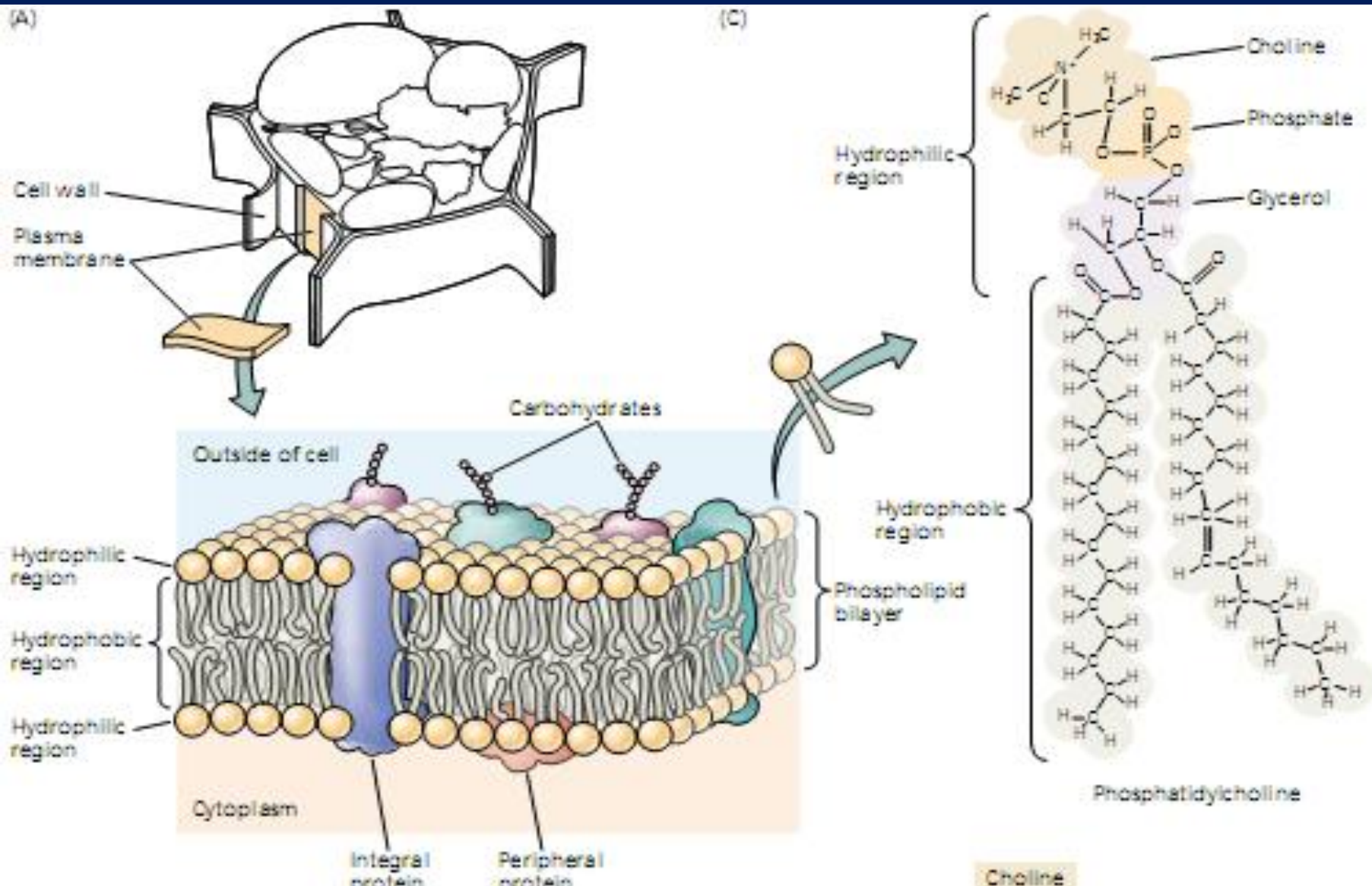
Thành phần hóa học của chất nguyên sinh

Nước	85%
Protein	10%
DNA	0,4%
RNA	0,7%
Lipid	2%
Chất hữu cơ khác	0,4%
Chất vô cơ	1,5%

- Nước là **dung môi** lý tưởng, hoà tan được nhiều chất. Có khả năng phân ly thành H^+ và OH^-
- $(OH^- + H^+ \rightarrow O \begin{array}{l} \diagup H \\ \diagdown H \end{array})$.
- Dạng nước: **tự do và kết hợp**
 - Nước kết hợp thẩm thấu (nước bị ion giữ lại)
 - Nước kết hợp keo (bao quanh các hạt keo hoặc micelle keo)
- Nước tự do được lấy đi bởi dung dịch đường 30% sau 2 giờ. Nước bao quanh các hạt keo bởi lực hút tương đương 1000atm; không bốc hơi ở 100°C, không đông đặc ở 0°C, không hoà tan các chất.
- Nước tự do: **phản ứng hoạt tính**
- Nước kết hợp: **phản ứng tính bền vững**.



Hệ thống màng sinh học (membrane)



- Màng sinh học là lớp đôi lipit, thể khảm, di động

Vị trí màng membrane

- Các màng khác nhau:

màng ngoại chất (bọc quanh NSC), màng nội chất (bọc quanh không bào), màng nhân, màng ti thể, màng Lạp thể, mạng lưới nội chất, do nhiều đơn vị màng cơ sở tạo thành.

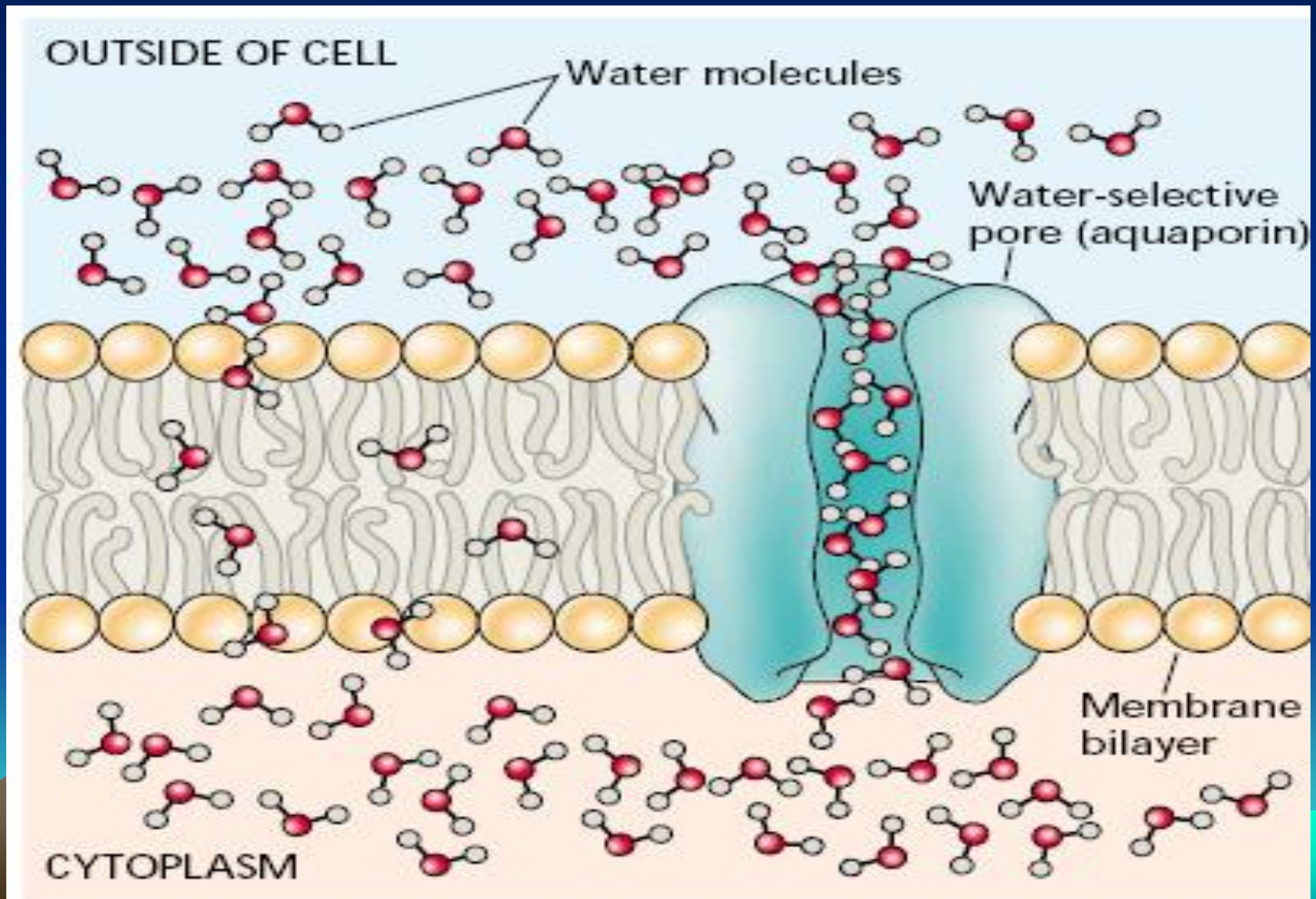


Vai trò của màng membrane

- Quyết định sự xâm nhập các chất vào hoặc ra khỏi tế bào
- Quyết định tính thấm chọn lọc, một đặc tính quan trọng;
- Quyết định điện thế màng sinh học;
- Tham gia quá trình tạo năng lượng dưới dạng ATP;
- Nhận biết các chất cần thiết hoặc không cần thiết cho tế bào;
- Màng sinh học có khả năng tự hàn gắn vết thương;
- Tham gia hiện tượng thực bào và ẩm bào.



Vận chuyển nước qua membrane



Nguyên sinh chất

- **Màng ngoại chất và màng nội chất**: giới hạn khối nội chất trong tb được bao bởi loại màng membrane. Sát vỏ tế bào là màng ngoại chất (*plasmalema*); sát không bào là màng nội chất (*tonoplast*); ở giữa là khối trung chất (*mesoplast*).
- Màng ngoại chất có tỷ lệ **lipit ít** hơn, nhưng **giàu protein** nên khả năng hấp thụ các chất tan trong nước mạnh.
- Màng nội chất **nghèo protein**, nhưng **giàu lipit** nên hạn chế một số chất đi vào không bào. Chính vì vậy khối trung chất là giàu các chất hơn cả.



3. Đặc tính vật lí và hóa keo của NSC

3.1. Đặc tính vật lí (lỏng, nhớt, đàn hồi)

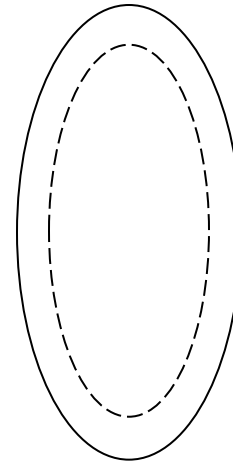
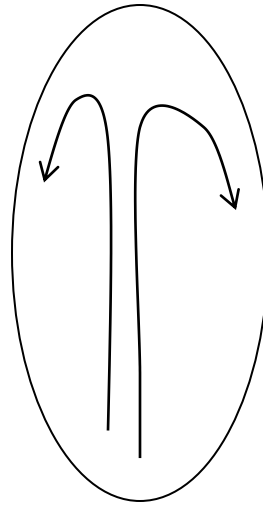
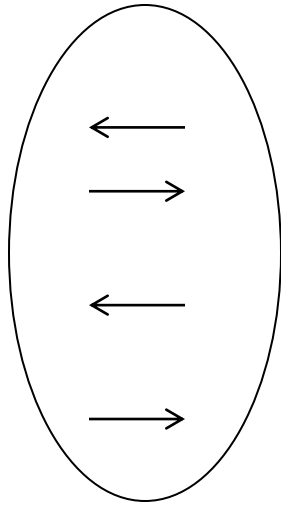
- **3.1.1 Tính lỏng**

Nguyên sinh chất có tính **nửa đặc, nửa lỏng**. Phần đặc là do các bào quan nằm trong các khối chất lỏng, thành phần chủ yếu là nước hòa tan các chất,

vì tính lỏng mạnh hơn nên nguyên sinh chất có khả năng chuyển động.



Các kiểu chuyển động của NSC



3.1- Đặc tính vật lí

3.1.2 Tính nhớt

Tính nhớt là do sự hòa tan của protein, acid nucleic và 1 số chất hữu cơ.

Độ nhớt của nguyên sinh chất thấp chỉ khoảng 10-18 centropi (hơn nước 10 lần), nhưng thấp nhiều so với những chất có độ nhớt cao như glixerin, dầu béo (xấp xỉ 100 centropi)

Độ nhớt tế bào vừa phản ánh **cường độ trao đổi chất** của tế bào vừa phản ánh **khả năng chống chịu** của cây với điều kiện bất lợi của môi trường.

3.1- Đặc tính vật lí

3.1.3 Tính đàn hồi

Là nhờ hệ thống màng trong tế bào có tính đàn hồi cao.

Trong NSC có loại protein có tính đàn hồi khá cao, protein này liên kết với màng ngoại chất. Tính đàn hồi phản ánh khả năng linh hoạt của chất sống



3.2- Đặc tính keo của nguyên sinh chất

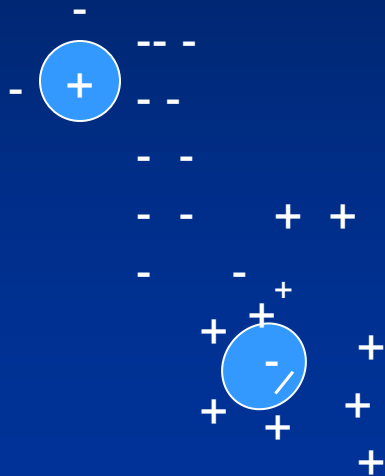
- Keo là trạng thái do 2 tướng (pha) vật chất không trộn lẫn vào với nhau, bản thân mỗi tướng (pha) vẫn giữ nguyên bản chất của mình.
- Trạng thái keo đạt được khi kích thước của hạt **phân tán (tướng rắn)** có đường kính 1- 200 nm. Đối với keo nguyên sinh tướng phân tán là các hạt protein, acidnucleic, gluxit... còn **tướng liên tục là nước**.
- Hạt keo nguyên sinh có tính ưa nước cao, thường gọi là **hệ keo ưa nước**.



Cấu trúc hạt keo và lớp hấp thụ



- ở giữa là nhân keo có điện tích, xung quanh là các ion hấp thụ tĩnh điện và lớp phân tử nước bao bọc.
- Hệ keo NSC có tính ưa nước rất cao nhưng lại dễ bị biến tính do nhân keo chủ yếu là protein.
- Tác nhân nhiệt độ, ánh sáng, các chất độc... đều ảnh hưởng đến hệ keo, nhưng quan trọng nhất là pH của môi trường.



Tính chất hoá keo của chất nguyên sinh

- Chất nguyên sinh là một dung dịch keo ưa nước rất mạnh → hút trương rất mạnh → động lực hút nước của tế bào.
- Tùy theo mức độ thủy hóa và khả năng hoạt động mà chất nguyên sinh ở trạng thái: sol, coaxevac, hoặc gel.
 - + **Trạng thái sol:** các hạt keo phân tán đồng đều và liên tục trong nước → nguyên sinh chất rất linh động và có hoạt động sống rất mạnh, các quá trình trao đổi chất xảy ra thuận lợi nhất (giai đoạn cây còn non, hoặc lúc ra hoa)



+ **Trạng thái coxeca:** như dung dịch keo đậm đặc (cây ở tuổi trưởng thành đến già, hoạt động sống của chúng giảm dần).

+ **Trạng thái gel:** Keo nguyên sinh chất chuyển sang trạng thái rắn.

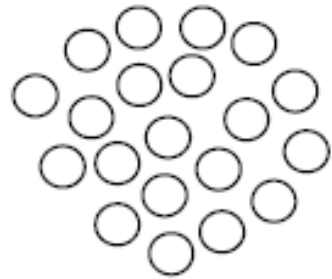
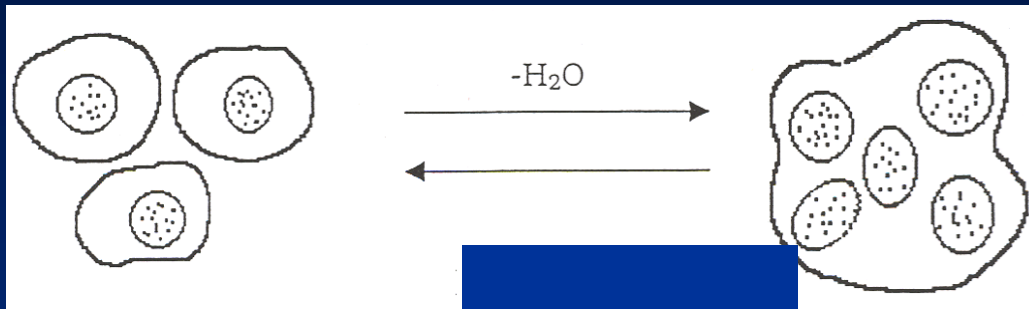
→ Tế bào, mô và cây ở trạng thái gel là trạng thái tiềm sinh, trạng thái ngủ nghỉ (hạt giống, củ giống, hay chồi ngủ đông...) có khả năng hút nước rất mạnh.

Tùy theo điều kiện và hoàn cảnh cụ thể, 3 trạng thái keo có thể chuyển biến cho nhau

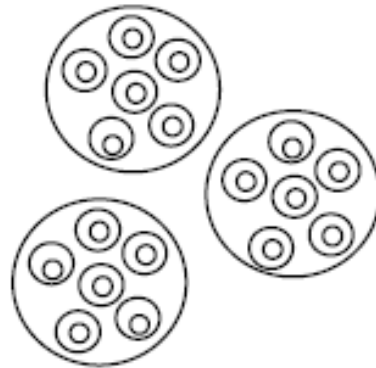


Sự biến đổi trạng thái keo NSC

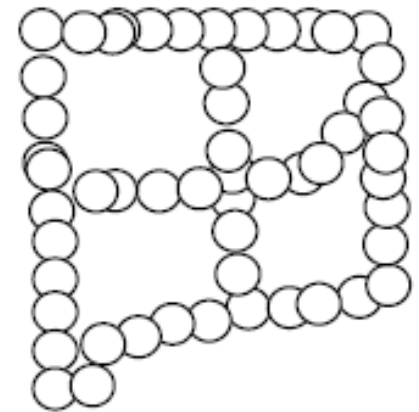




a. Trạng thái sol: Các hạt keo phân tán đồng đều trong chất nguyên sinh

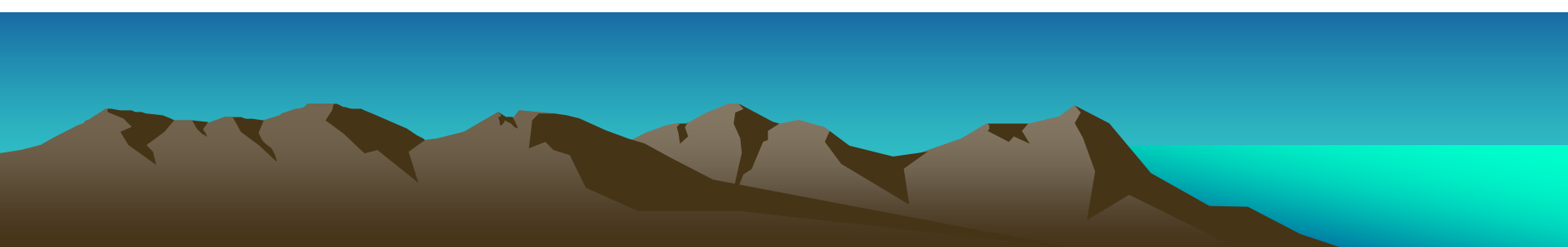
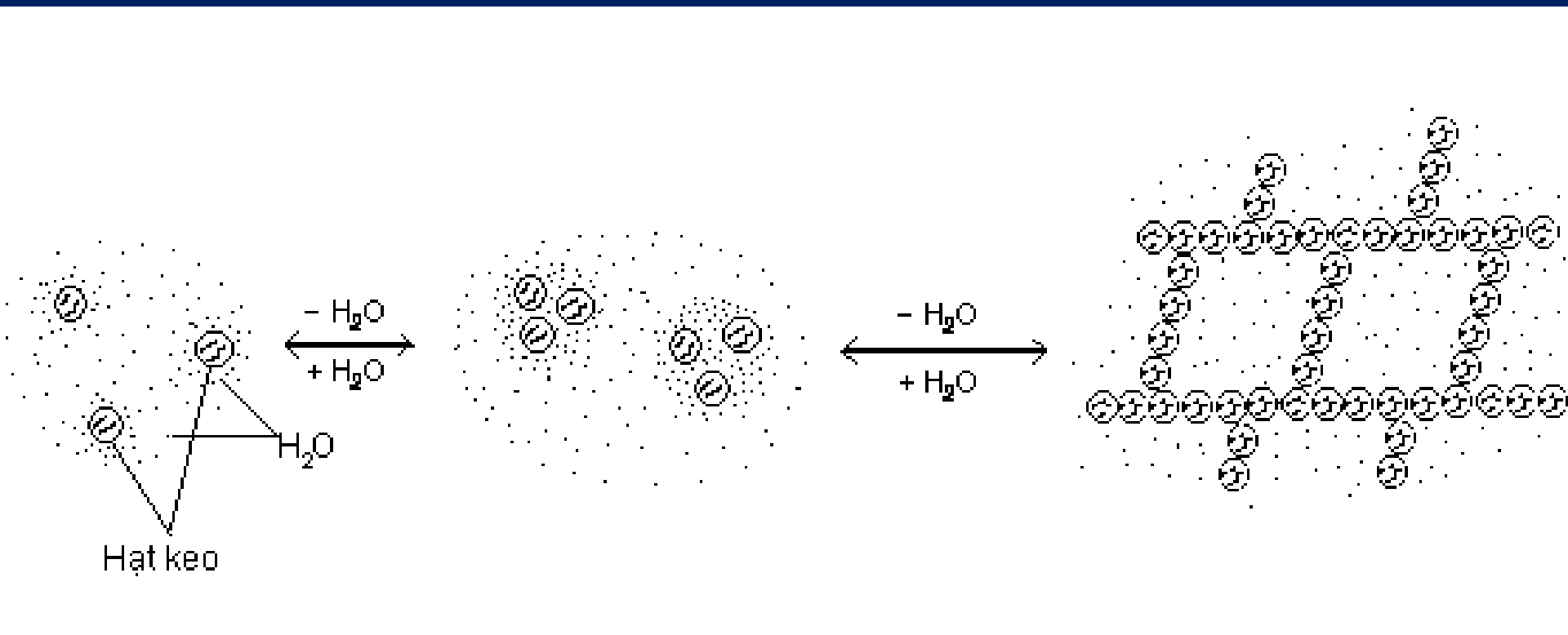


b. Trạng thái coaxecva: Nhiều hạt keo chung nhau một màng nước



a. Trạng thái gel: Các hạt keo tạo thành chuỗi có cấu trúc võng lập thể

Hình 1.7. Các trạng thái của keo nguyên sinh chất



3.4. Sự xâm nhập nước vào tế bào

- *Cơ chế thẩm thấu*

$$P = RTCi$$

P: áp suất thẩm thấu của dung dịch (atm)

T: nhiệt độ tuyệt đối ($t^{\circ} + 273$)

C: nồng độ dung dịch (Mol/lit)

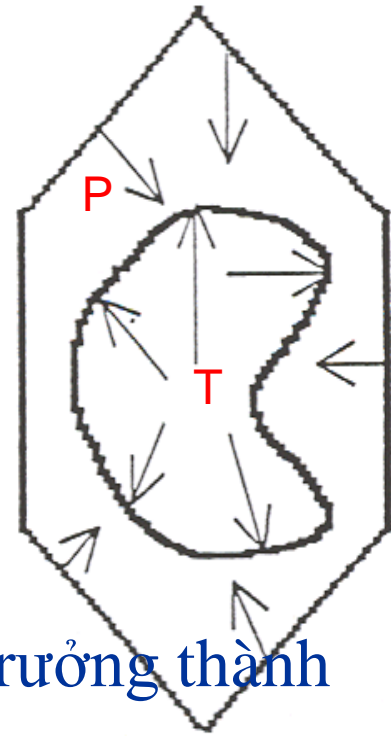
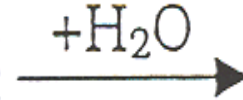
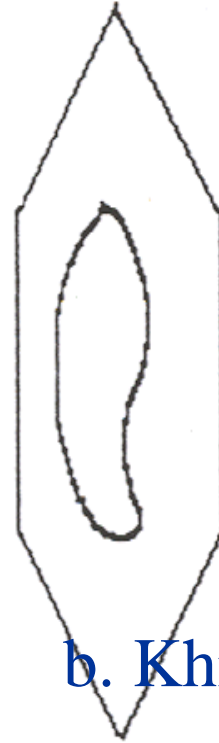
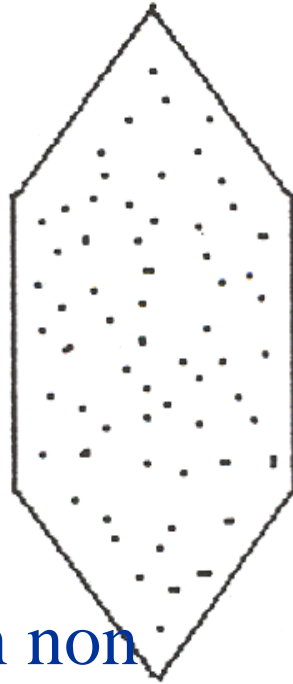
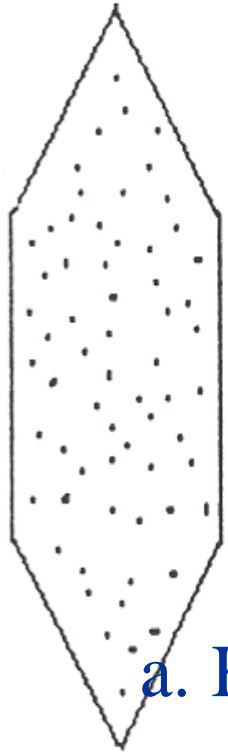
R: hằng số khí = 0,082

i: mức độ điện ly và $i = 1 + a(n - 1)$

a: hệ số điện ly

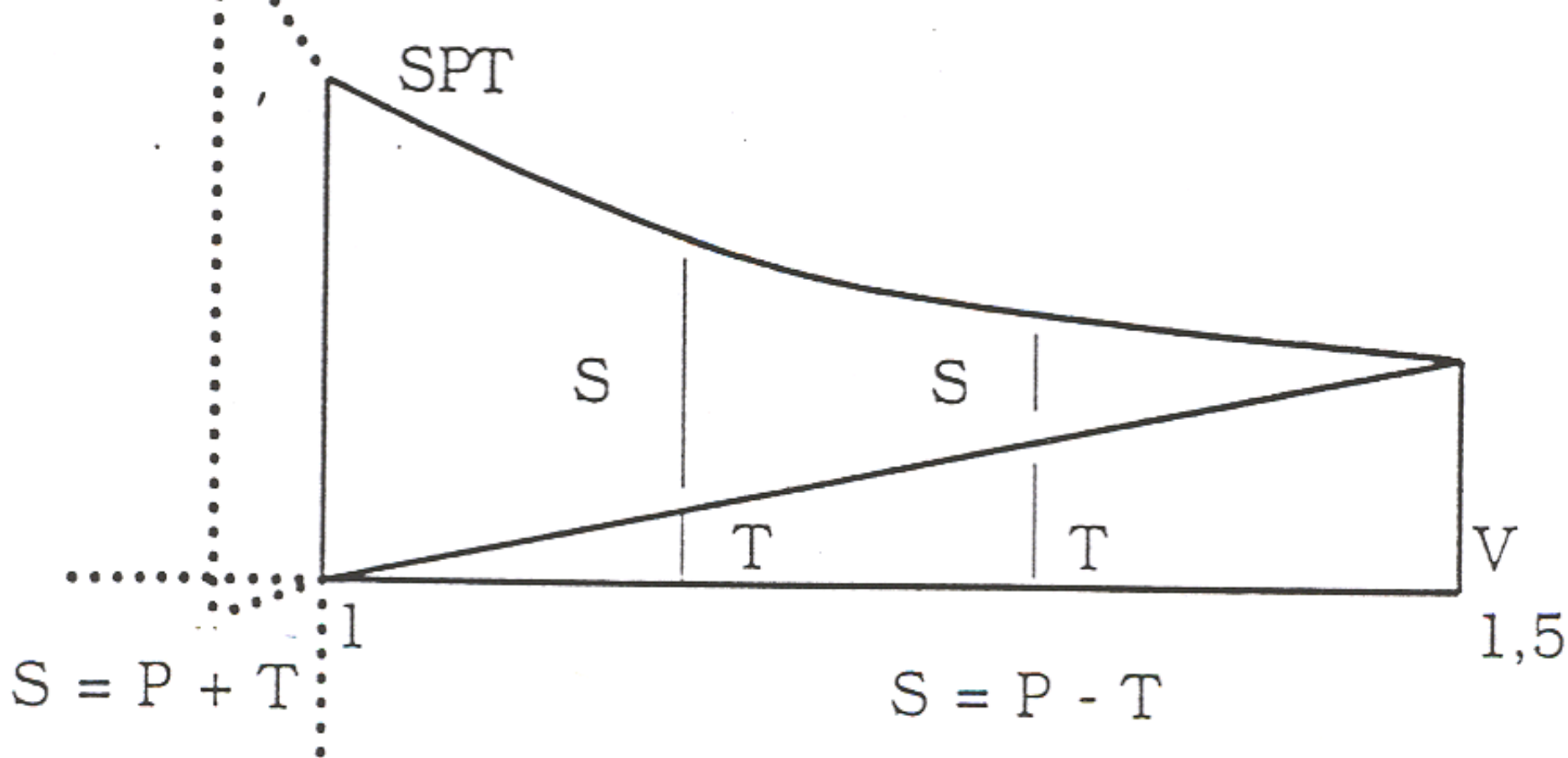
n: số ion hình thành khi phân tử phân ly, ví dụ NaCl có $n = 2$, còn dung dịch không điện ly như sacaroza thì $n = 1$.

Sự hấp thụ nước của tế bào (thẩm thấu):



a. Khi tế bào còn non

b. Khi tế bào trưởng thành



Tương quan giữa S, P và T

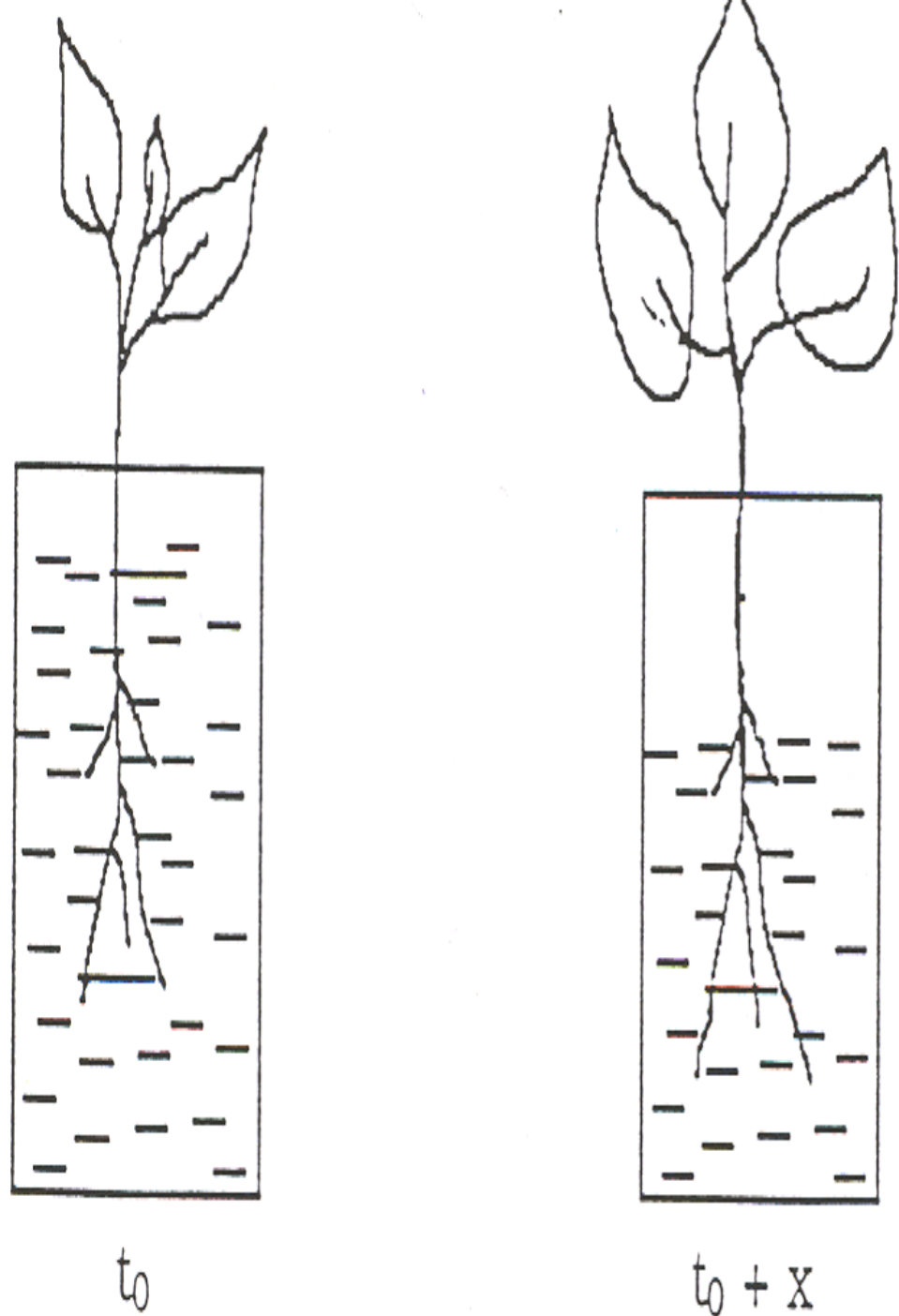
Hiện tượng co và phản co nguyên sinh.

Nằm trong một cơ thể hoàn chỉnh – sự hấp thu nước của tế bào chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố và đặc biệt rất cần năng lượng.

Sự hấp thu chất tan (tính thấm):

Sự xâm nhập chất tan vào trong tế bào là một quá trình sinh lý, hoạt động cần năng lượng.

Sự hấp thu chất tan mang tính chọn lọc rõ ràng



Môi trường dinh dưỡng sau thời gian có sự thay đổi về **nồng độ các chất**.

Điều này có nghĩa là các chất đi vào tế bào không thụ động, mà là **chủ động có chọn lọc**.

Nồng độ chất tan ở trong dịch bào không giống nồng độ chất tan ở ngoài môi trường là một chứng minh cho tính chọn lọc của tế bào.



- **Cơ chế hút trương**

- **Hút trương** là sự hút nước hoặc chất lỏng khác kèm theo **sự tăng lên đáng kể về thể tích**
- Do sự thủy hóa của keo nguyên sinh từ trạng thái gel sang trạng thái sol. Keo nguyên sinh ở trạng thái gel rất háo nước nên khả năng hút nước rất mạnh.
- Do sự xâm nhập nước vào các mao quản giữa các vi sợi xenluloz trong vỏ tế bào



3.5. Sự trao đổi chất tan của tế bào thực vật

3.5.1. Cơ chế thụ động (không cần năng lượng):

Khuyếch tán

Protein kênh

Protein vận chuyển

} Khuyếch tán có hỗ trợ

3.5.2. Cơ chế chủ động (cần năng lượng)

Protein bơm (sơ cấp)

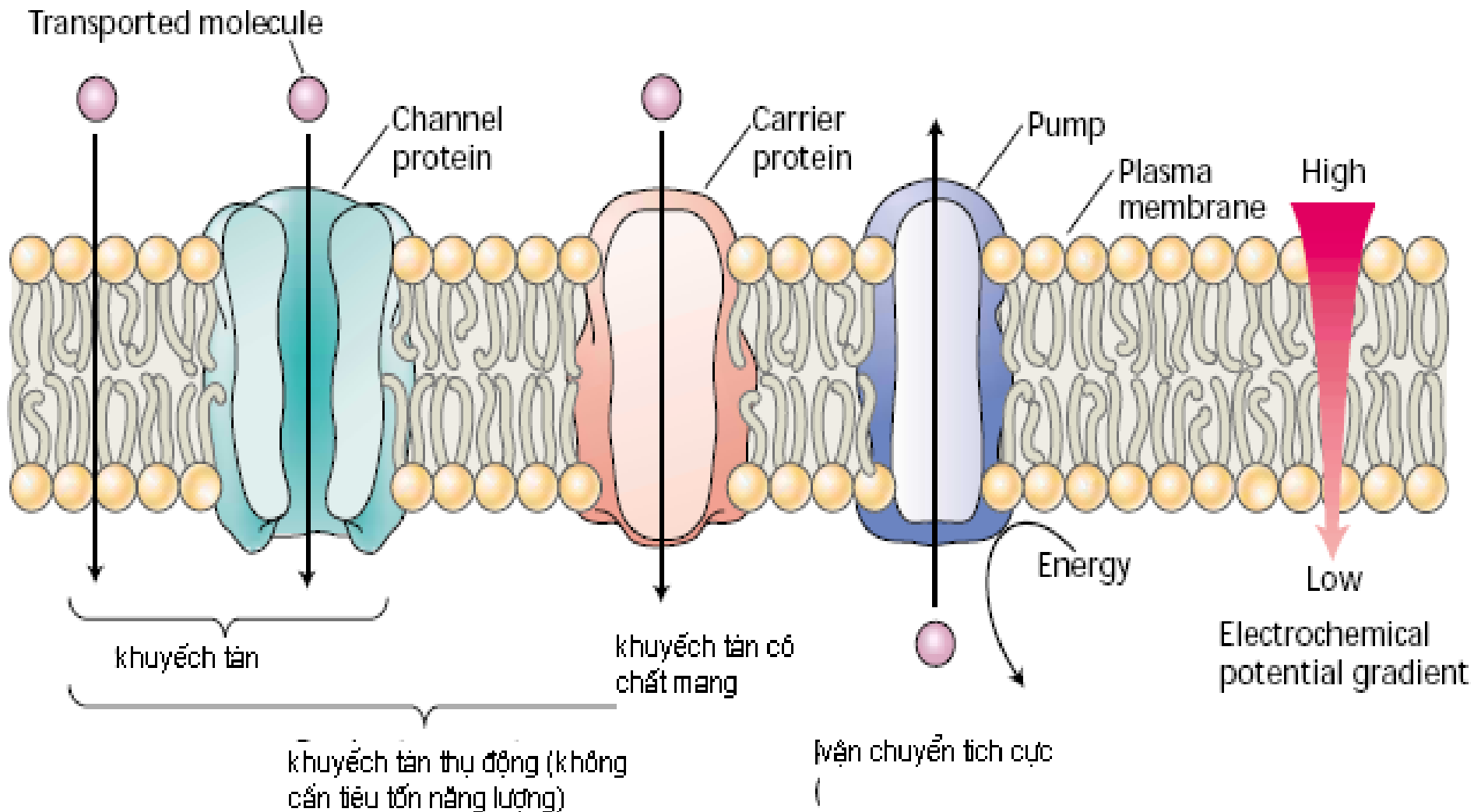
Protein vận chuyển thứ cấp

Symport (2 chất cùng chiều)

Antiport (2 chất ngược chiều)



Sự xâm nhập chất tan vào tế bào



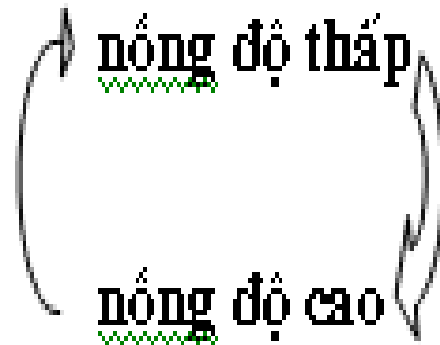
Các yếu tố ảnh hưởng đến sự xâm nhập các chất vào tế bào

$$\text{Hệ số phân tán} = \frac{\text{khả năng tan trong lipid}}{\text{khả năng tan trong nước}}$$

- Ảnh hưởng của nhiệt độ lên tính thấm.
- Hệ số nhiệt của tính thấm khoảng 2-4 ($Q_{10} = 2-4$).
- Khi tế bào bị tổn thương hoặc chết tính thấm chọn lọc bị mất đi ảnh hưởng của trạng thái sinh lý đến tính thấm

Sự xâm nhập các chất vào tế bào?

Khuyếch tán



vận chuyển tích cực