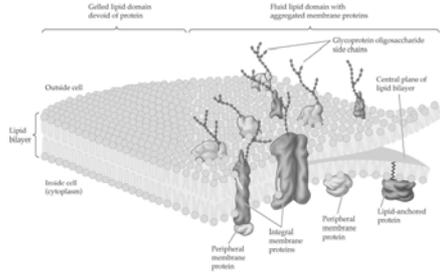


## § 2 植物细胞对矿质元素的选择吸收

### 一 生物膜 cell membrane, cytomembrane

#### 1 膜的结构与化学成分

##### 1) 结构: updated fluid mosaic model of membrane



2)成分: 脂肪: 40%, 主要是磷脂

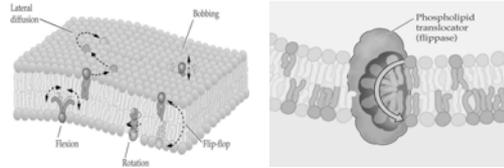
磷脂酰胆碱  
磷脂酰甘油  
磷脂酰乙醇胺

蛋白质: 30 - 40%  
糖 10 - 20%

外周蛋白 extrinsic protein, peripheral protein  
内在蛋白 intrinsic protein, integral protein

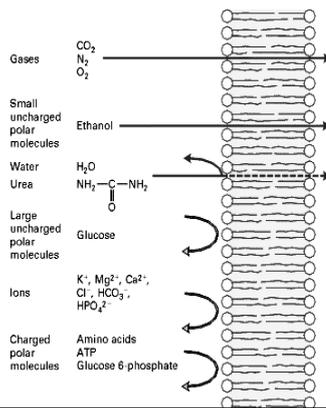
#### 2. 膜的特性

##### 1) 流动性 fluidity

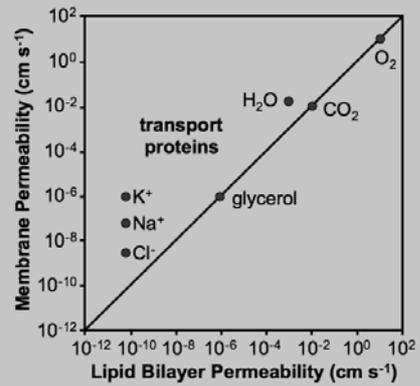


#### 2) 选择透性 semi-permeability, selectively permeability

可通透的分子可自由通过膜, 不需消耗代谢能; 而不通透的分子要越膜必须借助于膜上的运输蛋白, 有时甚至需消耗代谢能。



#### Membranes are differentially permeable to solutes



### 二、Nernst 方程与膜电势

- 膜电势(membrane potential):生物膜的两侧由于离子浓度的不同而产生的电势差:
- $$\Delta E_n = (E^i - E^o) = \frac{RT}{zF} \ln \frac{C^o}{C^i} = - \frac{59}{z} \lg \frac{C^o}{C^i} \text{ (mV)}$$
- 质膜电势内负外正, 在 -100 ~ -250mV 之间
- 通过测定恒稳态下实际膜两侧的膜电势和离子浓度, 代入Nernst方程计算, 比较计算值(理论值)与实测值之间的区别, 可判断是主动运输还是被动运输。

Table Comparison of observed and predicted ion concentrations in pea root tissue based on the observed membrane potential. In which cases does observed = predicted? Why or why not?

Ion	Concentration in external medium (m mol L <sup>-1</sup> )	Internal Concentration (m mol L <sup>-1</sup> )	
		Predicted	Observed
K <sup>+</sup>	1	74	75
Na <sup>+</sup>	1	74	8
Mg <sup>2+</sup>	0.25	1,340	3
Ca <sup>2+</sup>	1	5,360	2
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	2	0.0272	28
Cl <sup>-</sup>	1	0.0136	7
H <sub>2</sub> PO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1	0.0136	21
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.25	0.00005	19

Data from Higinbotham et al. 1967

Note: membrane potential was measured as -110 mV

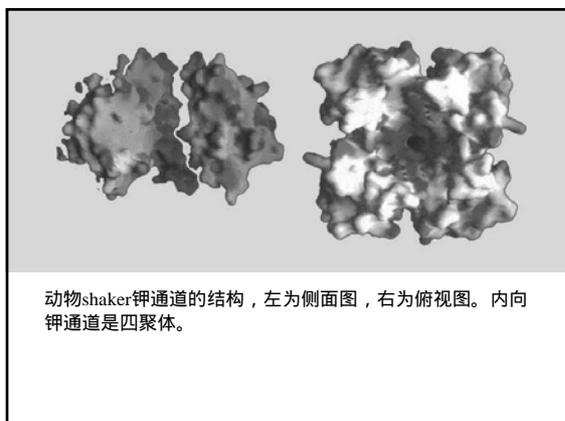
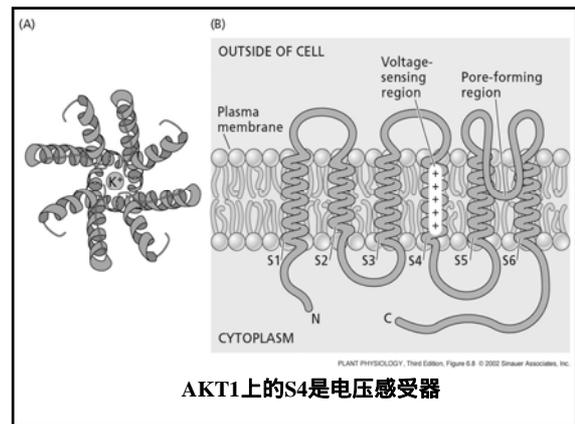
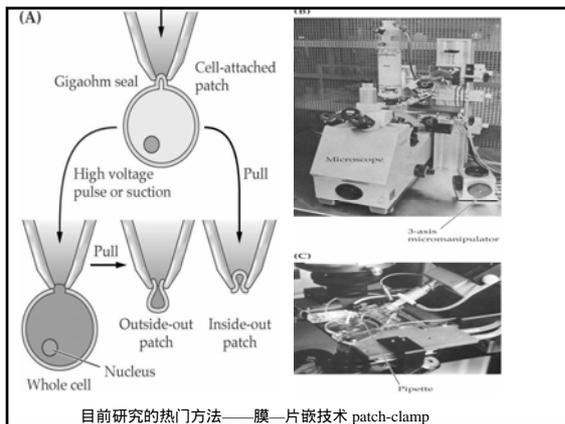
### 三、细胞吸收矿质的方式与机理

(一) 被动吸收 passive transport: 物质顺浓度梯度由高到低, 不需消耗代谢能。

- 1 扩散或简单扩散(simple diffusion): 一些物质可直接通过脂双分子层, 沿浓度梯度迁移。如尿素、乙醇、水等
- 2 易化扩散(facilitated diffusion): 一些不能直接通过脂双分子层的物质, 在膜运输蛋白的帮助下, 沿浓度梯度进行扩散。

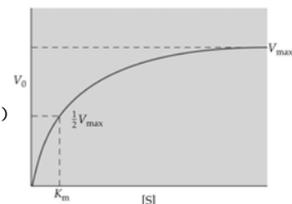
A 通道channel: 膜内在蛋白多次穿膜, 而在膜上形成孔道, 物质通过孔道沿浓度梯度扩散。

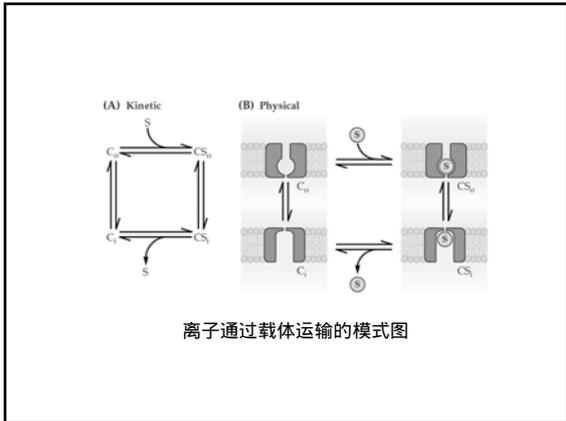
- 特点:
  - 运输快,  $10^6$ 个/S
  - 选择性/专一性
  - 可抑制
  - 可控制(电位门控、受体门控)
  - 无饱和和效应



B 载体carrier, 又叫单向传递体uniport: 膜运输蛋白的特定部位与某种物质结合, 然后变构, 将物质运到膜的另一侧后释放, 又恢复原来构型。

- 特点:
  - 运转较快
  - 选择性/专一性
  - 竞争性
  - 具饱和和效应(米氏曲线)





(二) 主动运输 active transport: 消耗代谢能, 在膜运输蛋白的参与下, 把物质由低浓度运到高浓度一侧。

特点:

- 直接或间接消耗代谢能
- 可逆浓度梯度
- 需膜蛋白参与
- 专一性
- 竞争性
- 具饱和效应

1 原初主动运输 primary active transport. 即为一些泵, 直接利用ATP水解产生的能量运输离子。如  $H^+ - ATPase$ 、 $Ca^{2+} - ATPase$

其中质膜上的  $H^+ - ATPase$  消耗ATP, 由质膜内向质膜外泵出  $H^+$ , 形成跨质膜  $H^+$  的梯度和电势差 (内负外正-100~-250mv)。

意义: 1) 控制细胞内pH环境, 使胞质内碱化

2) 产生跨膜的质子电化学梯度  $\mu_{H^+}$ , 它是其它离子和溶质跨膜运输的原初动力 (次级共转运系统所依赖的动力 / 共向和反向运输所依赖的伴随离子)

- 3) 控制细胞的伸长生长
- 4) 促使种子萌发
- 5) 气孔与叶柄的运动
- 6) 极性的建立

\*\*\*\*\*

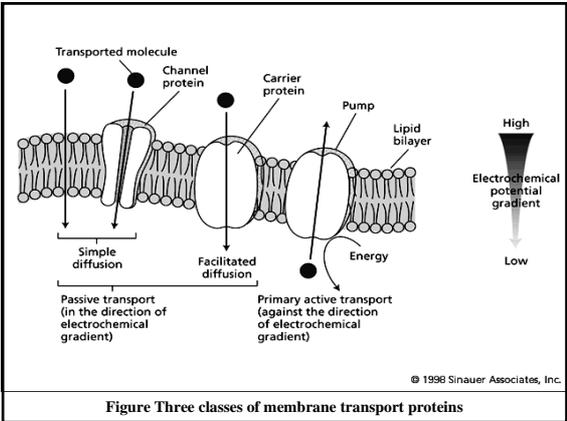
故  $H^+ - ATPase$  在高等植物中有主宰酶 (master enzyme) 之称 (在动物内为  $Na^+ / K^+ - ATPase$ )

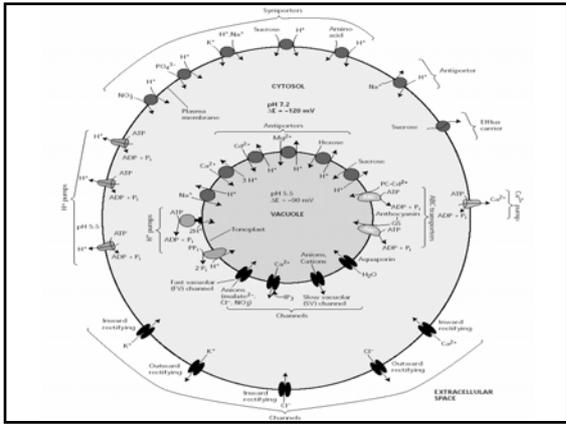
2 次级主动运输 secondary active transport, 也叫协同运输 cotransport 或次生共转运 secondary cotransport. 指利用原初主动运转所产生的电势, 逆浓度梯度运输, 而在该物质运输的同时, 还需另一种离子顺浓度梯度运输。

据两种物质运输方向的异同, 又分为:

共向传递体 symport: 如  $H^+ / \text{sucrose}$  symport

反向传递体 antiport: 如  $Na^+ / H^+$  antiport





三 胞饮作用pinocytosis: 大量液体物质通过质膜被吸收入细胞的方式, 是内吞的一种。

四 外排作用  
exocytosis :  
包含大分子物质的小囊泡从细胞内部移至细胞表面, 与质膜融合, 将物质排出细胞之外。