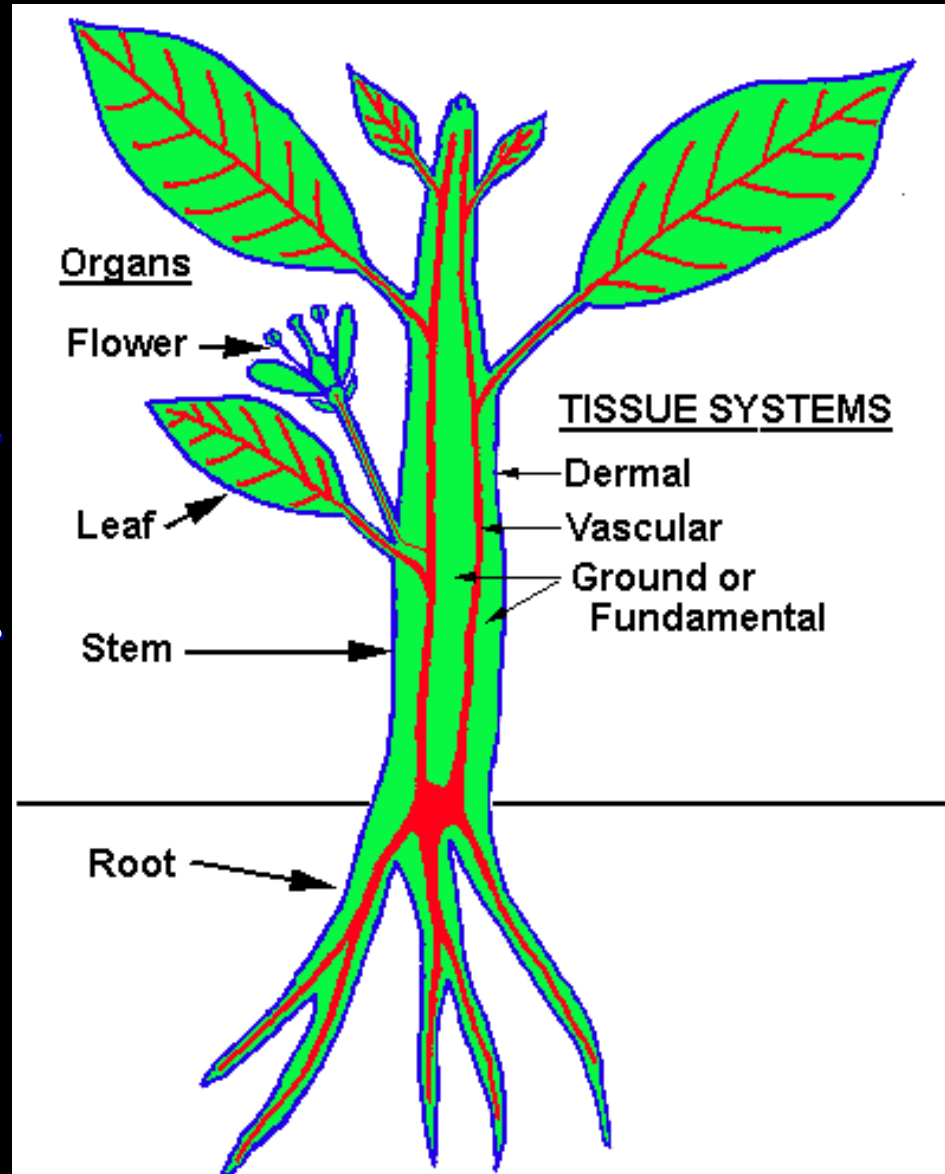


植物的生长和发育

Growth and Development of Plants

- 生长——通常是指生物体积的增大，它是通过细胞的分裂和成熟来完成的。
- 发育——主要是指植物体中不同组织、器官和功能的形成过程，它通过细胞的分化、区域专一化和形态发生而完成。



植物生长发育的调控

Regulation of Plant Growth and Development

- 胞内水平上 at the intracellular level ——大多在基因水平上进行，基因通过所编码的各种蛋白来控制细胞的生理生化活动。
 - 转录水平
 - 转录后水平，即 mRNA 加工水平
 - 翻译和翻译后水平，即蛋白质加工水平
- 胞间水平上 at the intercellular level ——胞间调控主要是通过激素来协调不同组织和细胞间的生理活动的作用。
- 胞外水平上 at the extracellular level ——指外在的环境因子对植物生长发育的影响。

植物的代谢 *Metabolism in Plants*

- 代谢metabolism——是维持生命活动过程中所有化学变化（包括物质合成、转化和分解）的总称。
- 植物的代谢从性质上分类
 - 物质代谢 substance metabolism
 - 能量代谢 energy metabolism
- 从方向上分类
 - 同化或合成代谢 assimilation or anabolism
 - 异化或分解代谢 disassimilation or catabolism

同化作用：小分子合成大分子；需要能量

代谢

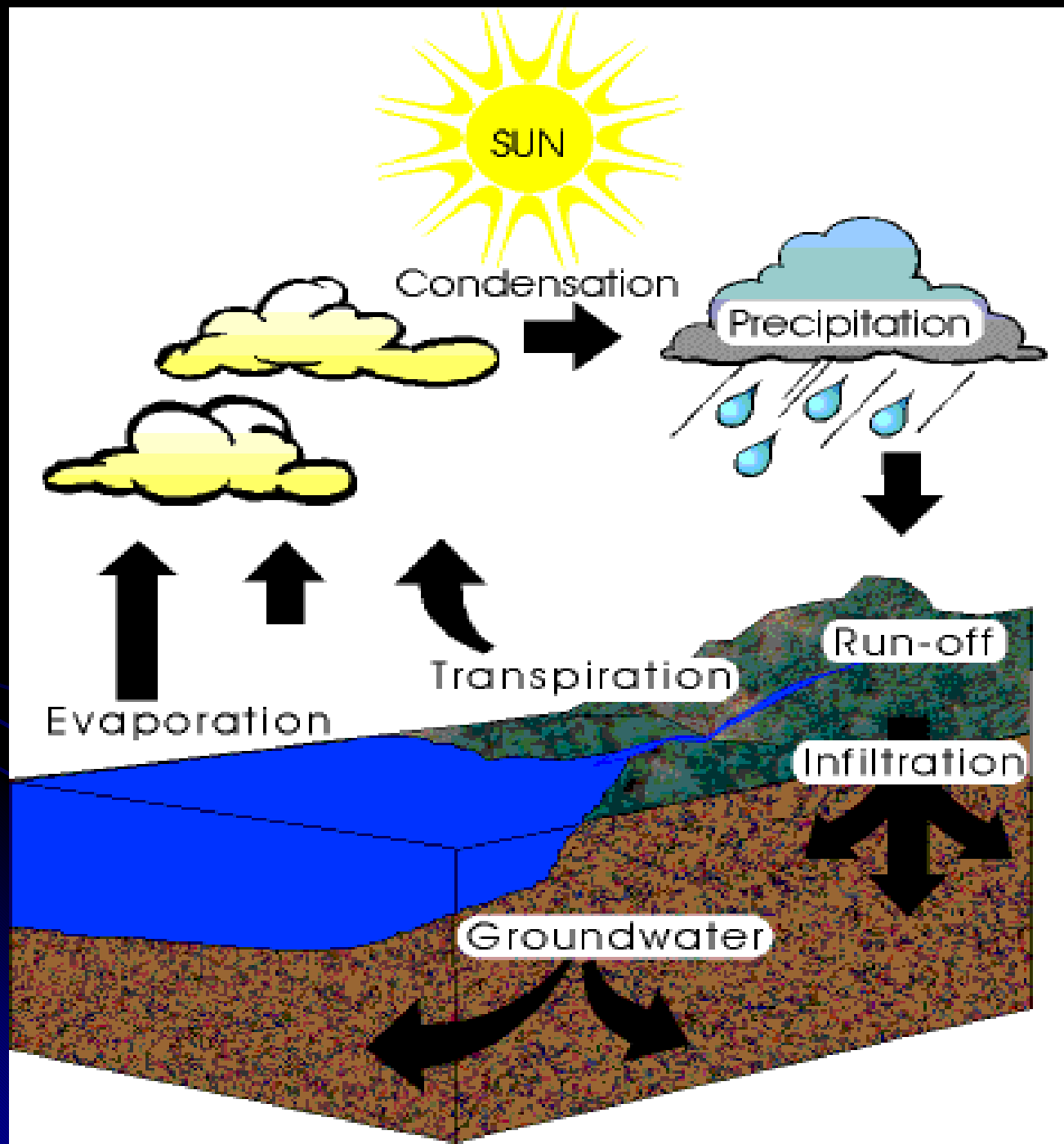
异化作用：大分子分解为小分子；释放能量

植物的水分代谢

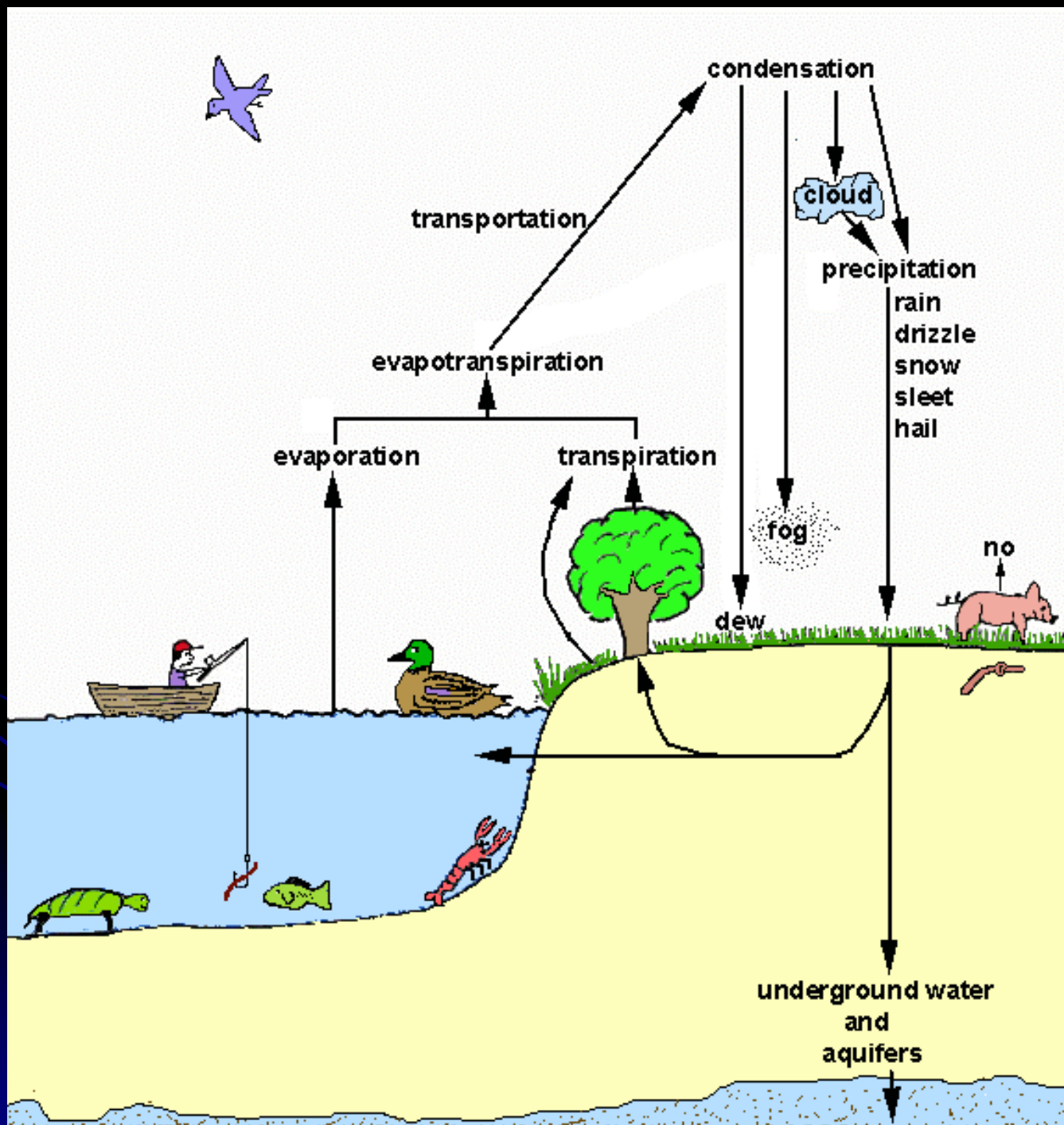
Water Metabolism in Plants

植物从环境中不断地吸收水分，以满足正常生命活动的需要。但是，植物又不可避免地要丢失大量水分环境中去。这样就形成了植物的水分代谢。

- 水分的吸收
Absorption of water
- 水分在植物体内运输
Transport of water in plant body
- 水分的排出
Release of water



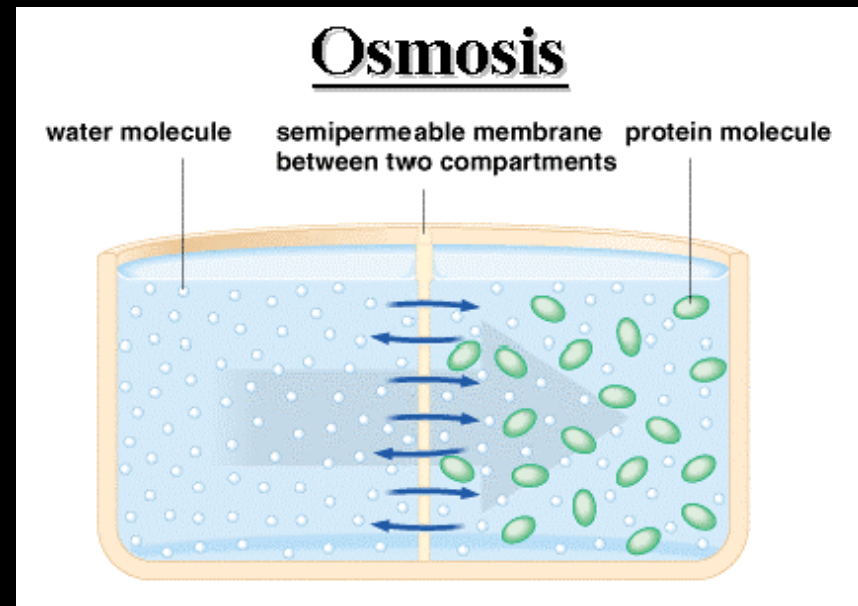
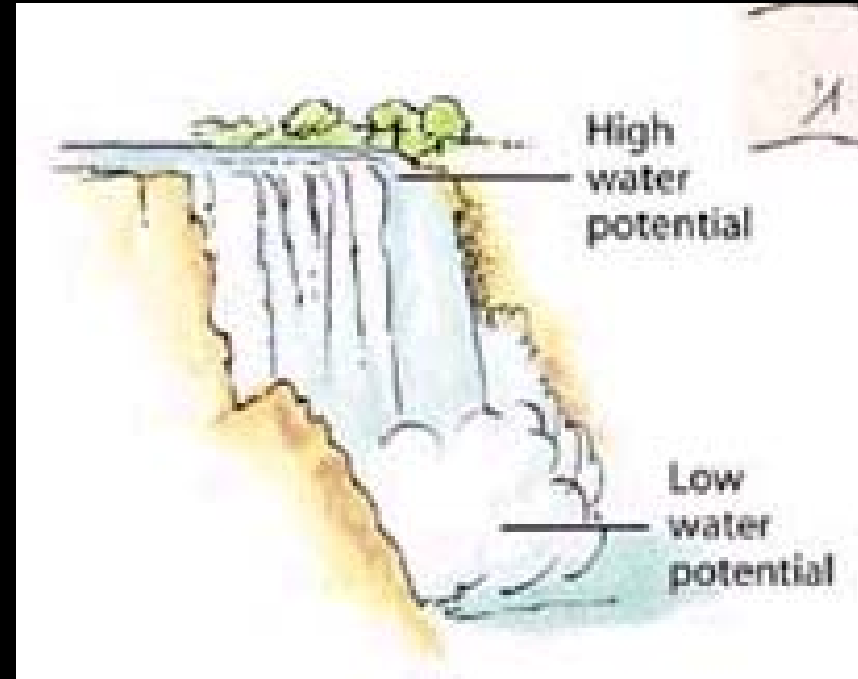
自然界的水循环



水分运动的方式

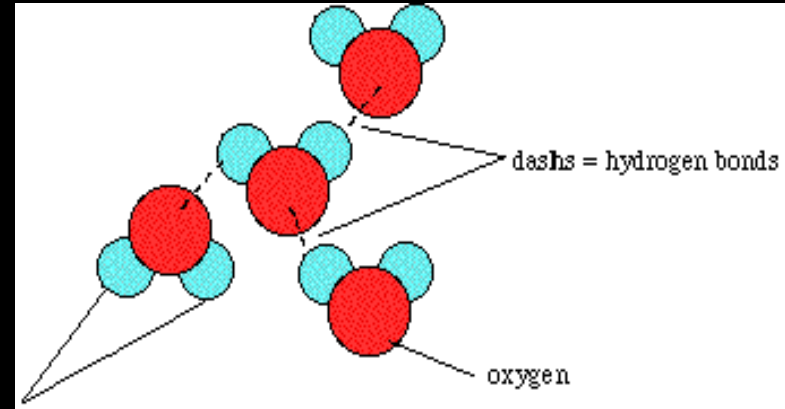
Modes of Water Movement

- 团流 bulk flow
- 扩散 diffusion
- 渗透 osmosis



生命活动中的水

Water in Life Activities



- 水分在生命活动中的作用
 - 水分是细胞质的主要成分
 - 水分是代谢作用过程的反应物质
 - 水分是植物对物质吸收和运输的溶剂
- 植物体内水分存在的状态
 - 束缚水 bound water —— 指紧密吸附在胶体颗粒或大分子表面不能移动的水，它不参与植物的代谢作用。
 - 自由水 free water —— 指不被吸附可以自由移动的水，它的含量制约着植物的代谢强度

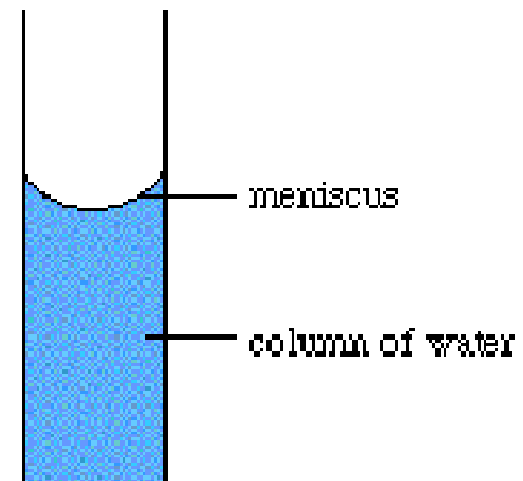
毛细现象 Capillarity

毛细现象——水的表面张力、内聚力和附着力的共同作用使水分可以在较小直径的毛细管中上升到一定的高度

☞ 表面张力 **surface tension** ——指水和空气间的界面上产生的一种力

☞ 内聚力 **cohesion** ——水分子间的氢键使水分子有相互吸引力

☞ 附着力 **adhesion** ——水分子与固相，例如植物导管壁表面分子之间的吸引力



植物细胞的水势

Water Potential in Plant Cell

- 水势 —— 任何水分的运动都需要能量来推动，水分用来作功的能量（根据热力学原理，任何系统物质的总能量可分为束缚能和自由能；束缚能不能转化为用于作功的能量，而自由能是一定条件下用于作功的能量），通常用符号 ψ 表示，单位为压力的单位——帕Pa 或兆帕 MPa。
- 细胞的水势 —— $\psi_w = \psi_\pi + \psi_p + \psi_m$
 - 渗透势（溶质势） ψ_π ：是由于溶质颗粒的存在，降低了水的自由能，因而其水势低于纯水的水势
 - 压力势 ψ_p ：是由于细胞壁压力的存在而产生的水势
 - 衬质势 ψ_m ：是细胞胶体物质亲水性对自由水束缚而引起的水势降低

植物细胞对水分的吸收

Absorption of Water for Plant Cell

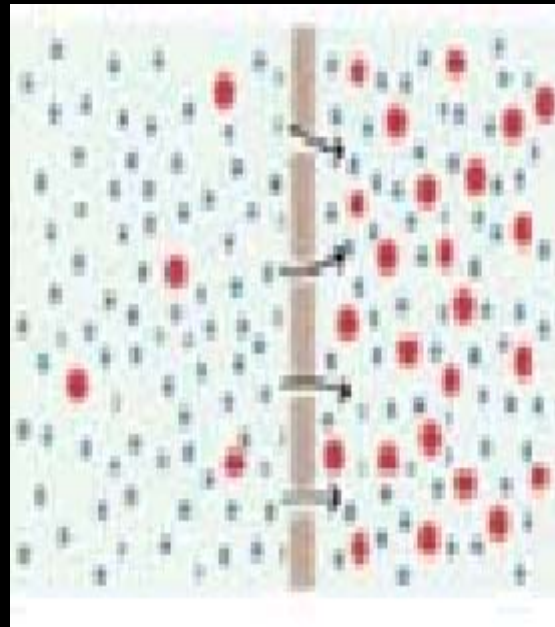
- 渗透性吸水—— 主要发生在成熟细胞
- 吸胀性吸水—— 主要发生在未成熟或干燥的细胞，即未形成或没有液胞的细胞
 - 吸胀作用imbibition: 是亲水胶体吸水膨胀的现象。
 - 吸胀作用的产生取决于细胞的发育状态和细胞质的物理状态。
 - 细胞质: 其主要成分为一些亲水胶体颗粒，实际上它是一个胶体系统；其胶体呈两种不同的状态：溶胶 sol 和凝胶 gel。

渗透作用的方向

Direction in Osmosis

从  到

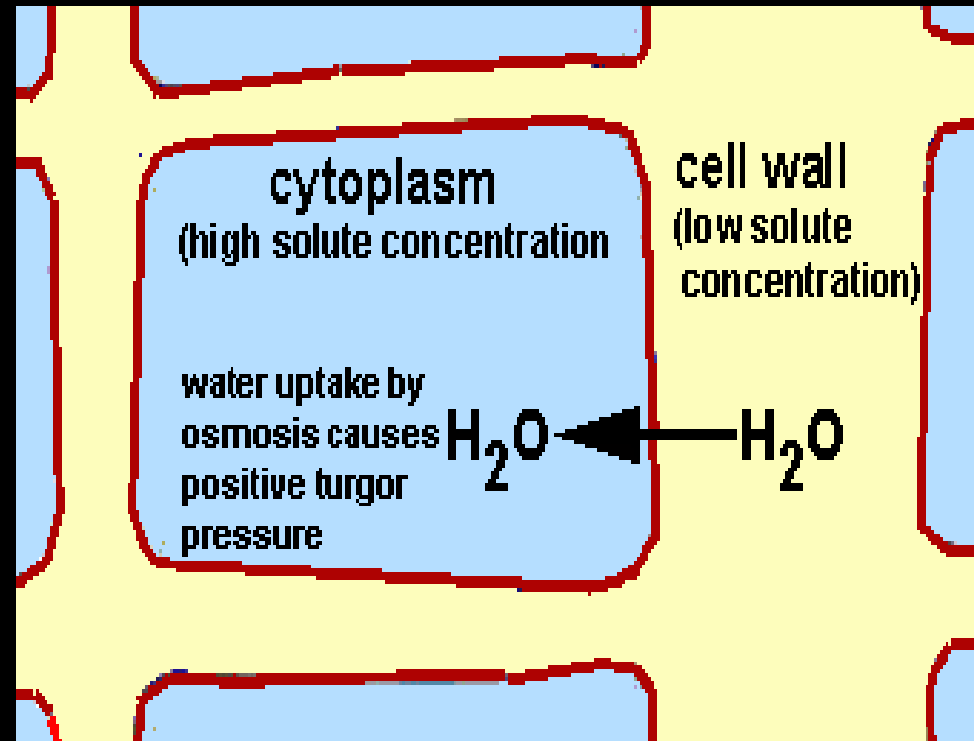
- 高水势 higher water potential
- 溶质浓度低 lower solute concentration
- 低渗溶液（高渗透势） hypotonic solution (lower osmotic potential)



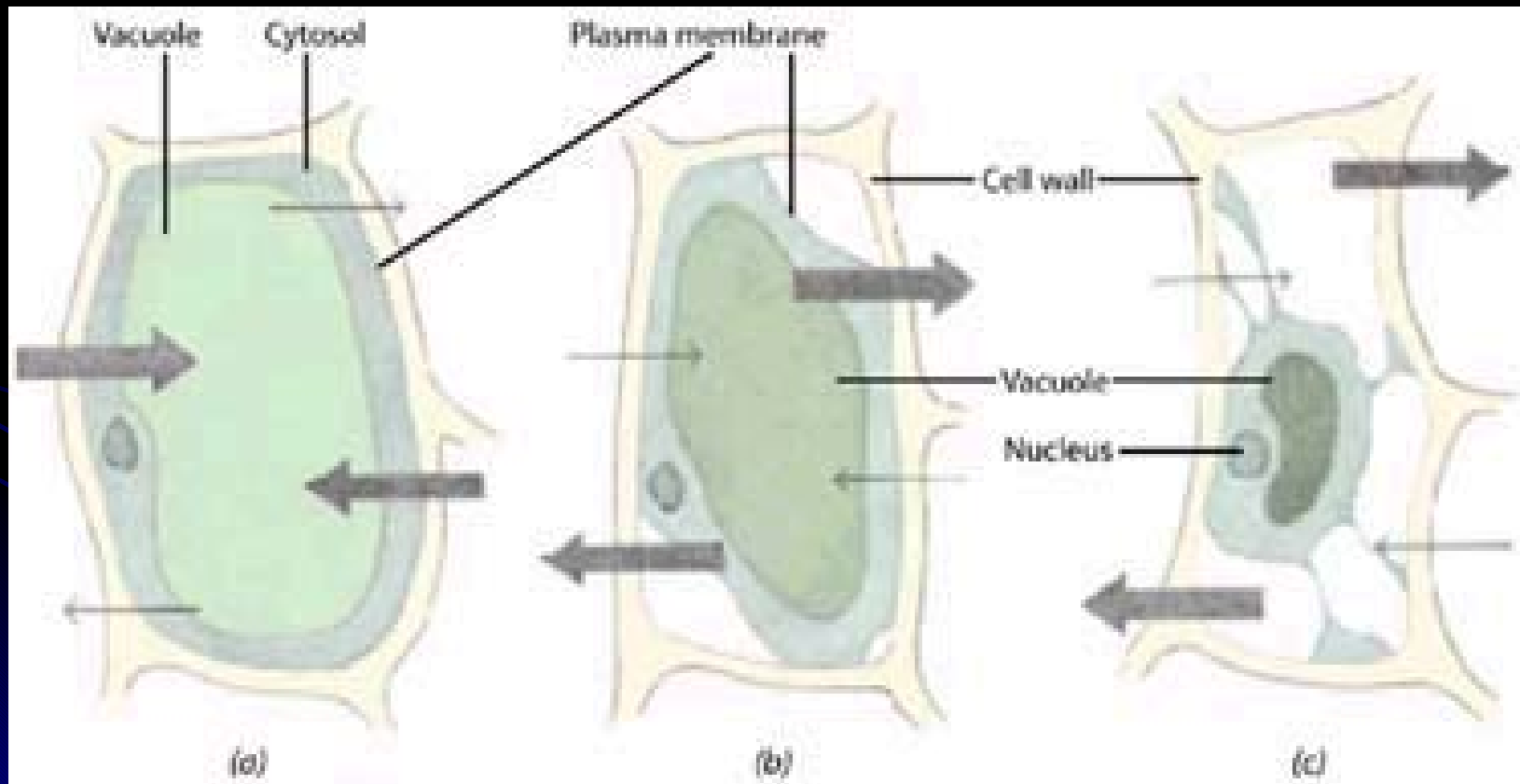
- 低水势 lower water potential
- 溶质浓度高 higher solute concentration
- 高渗溶液（低渗透势） hypertonic solution (lower osmotic potential)

植物细胞是一个渗透系统

- 细胞壁——其主要组成成分是纤维素分子和少量的果胶类物质，它是水和多数溶质都可以通过的透性膜 permeable membrane.
- 质膜和液泡膜——因其结构，它相当于一个半透性膜。
 - 细胞质和液泡里面的细胞液因含有许多溶解在其中的物质而具有一定的水势



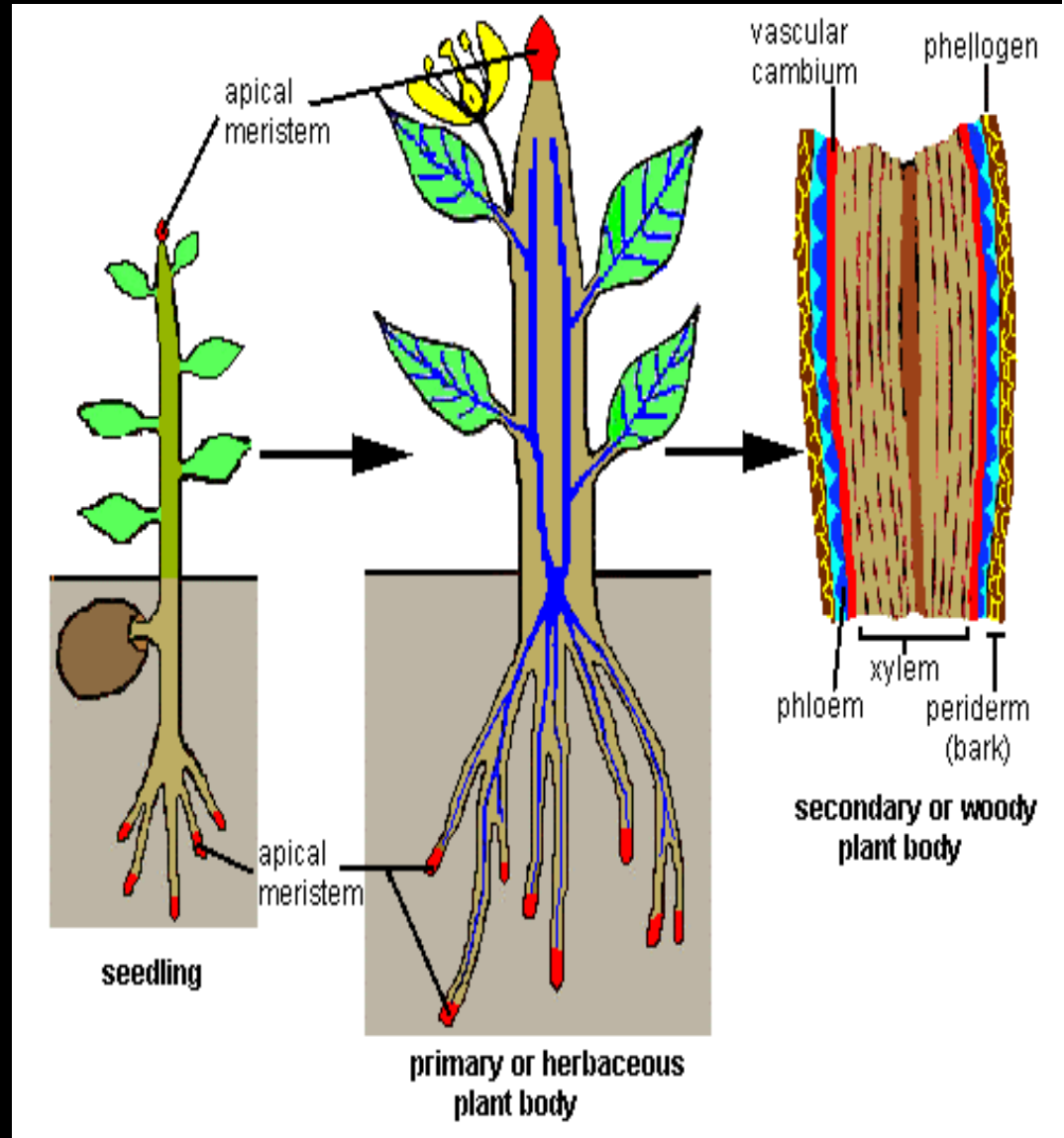
质壁分离 *Plasmolysis* ——植物细胞为一渗透系统的好例证



根系对水分的吸收

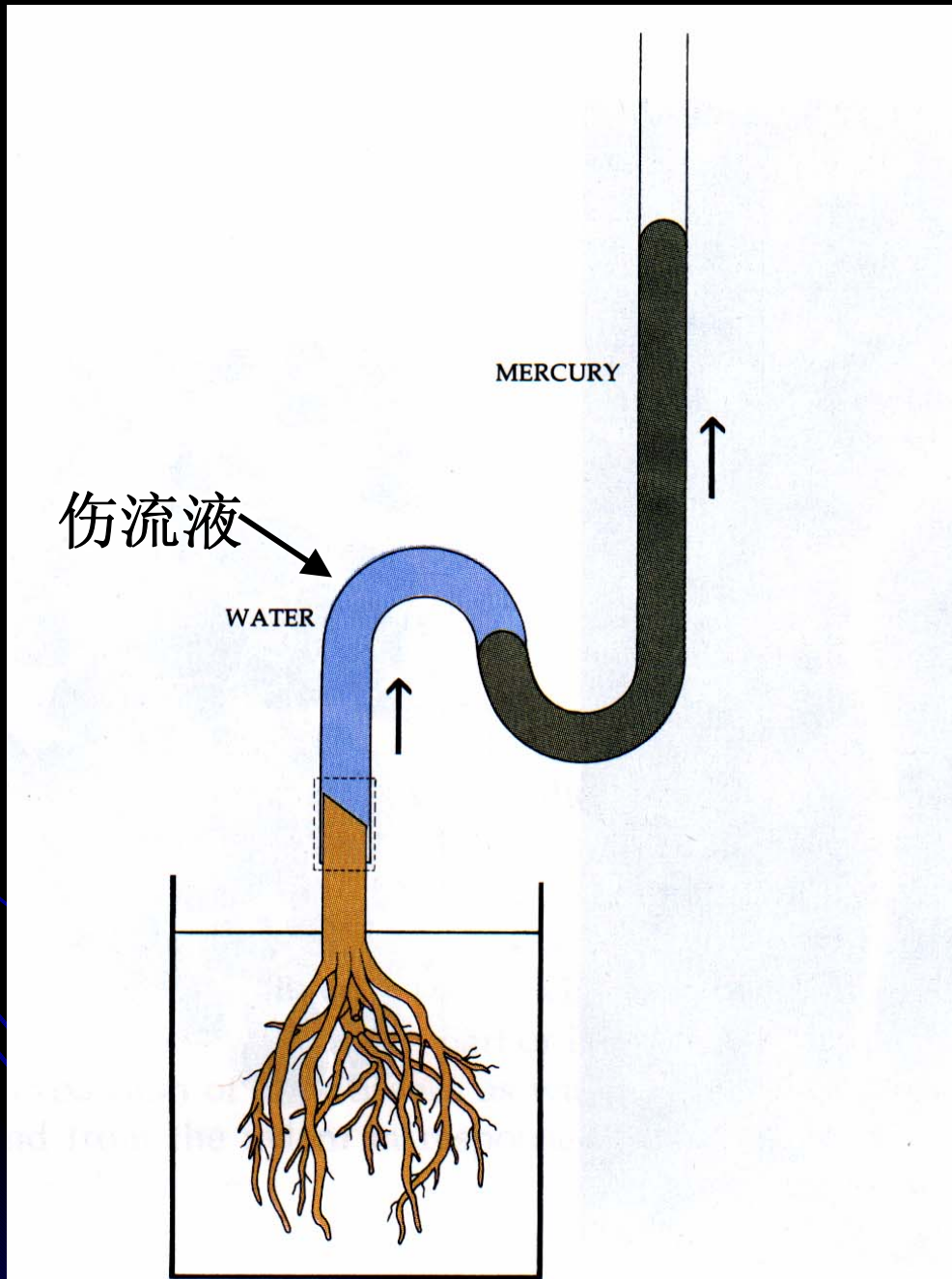
根系吸收水分的方式:

- 主动吸水 active absorption: 由根系的代谢活动而引起的根系从外界环境吸收水分的过程, 如吐水、伤流和根压都是主动吸水的表现形式。
- 被动吸水 passive absorption: 由于植物地上部分的蒸腾作用而引起的根系吸水过程。



吐水 Guttation

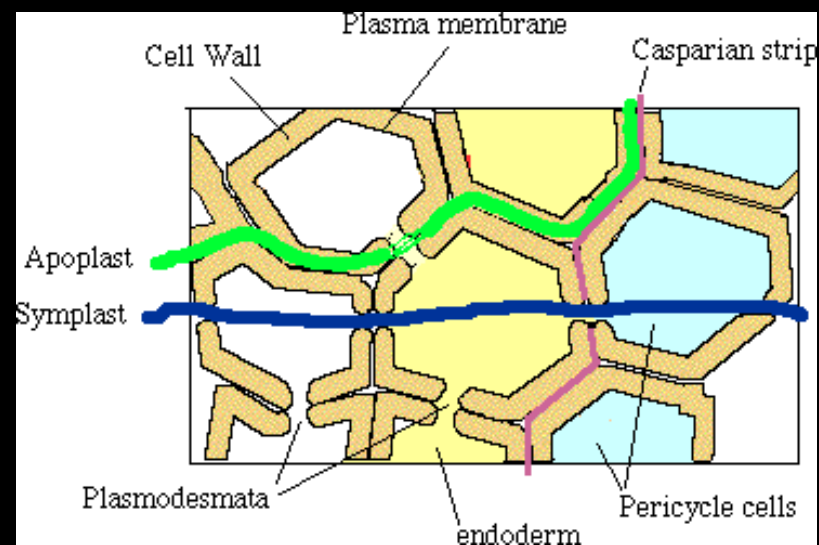
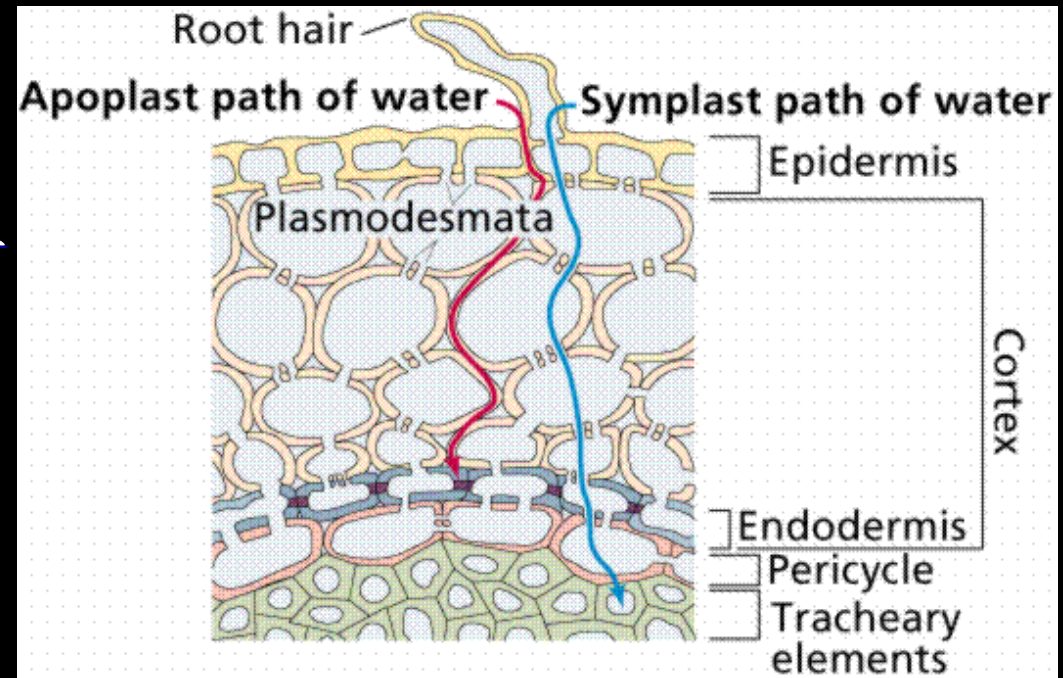


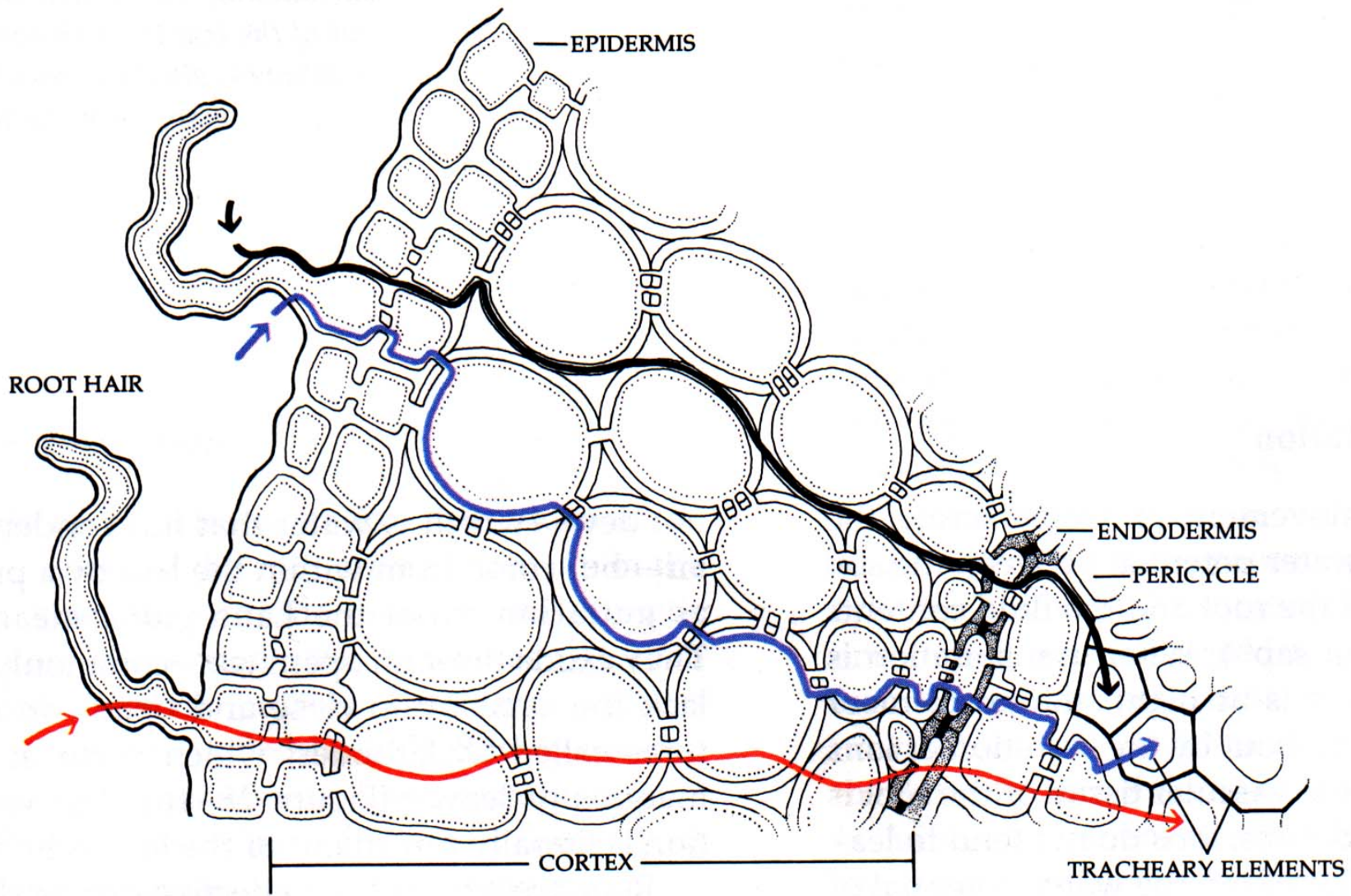


根压的测定

根吸收的水分到达维管柱的途径

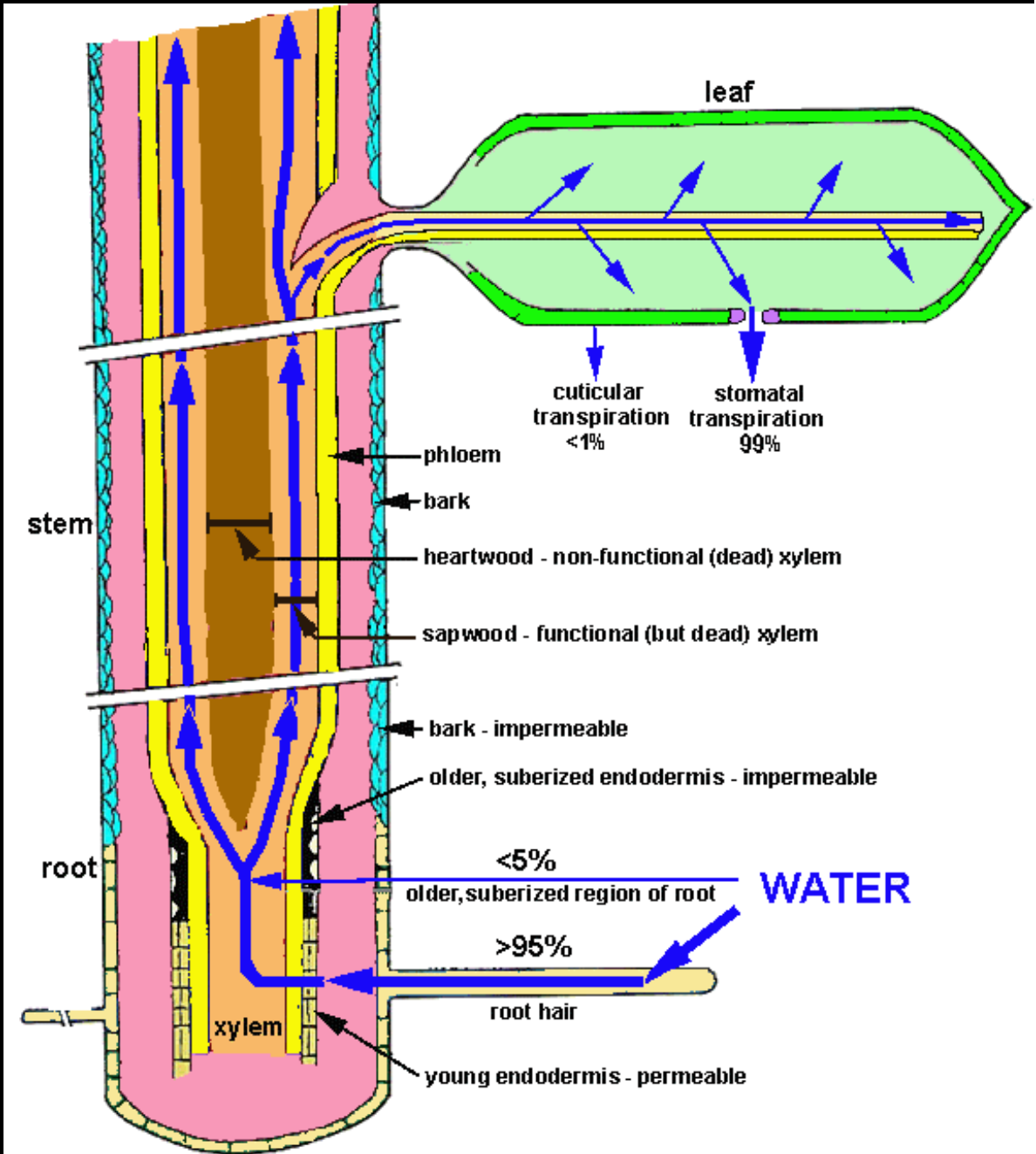
- 质体外运输 apoplastic transport: 水分通过细胞壁、细胞间隙等没有原生质的部分移动。
- 共质体运输 symplastic transport: 通过胞间连丝从一个细胞的细胞质到另一个细胞质的转运。
- 跨膜运输（胞间转运） transmembrane transport (transcellular transport): 水分从一个细胞转移到另一个细胞只经过细胞膜而不经细胞质。





植物体内水分的运输

- 水分运输的途径：
 - 维管系统（输导组织——导管）
 - 基本组织（薄壁组织）
- 水分运输的动力：
 - 根压 root pressure
 - 蒸腾拉力 transpirational pull

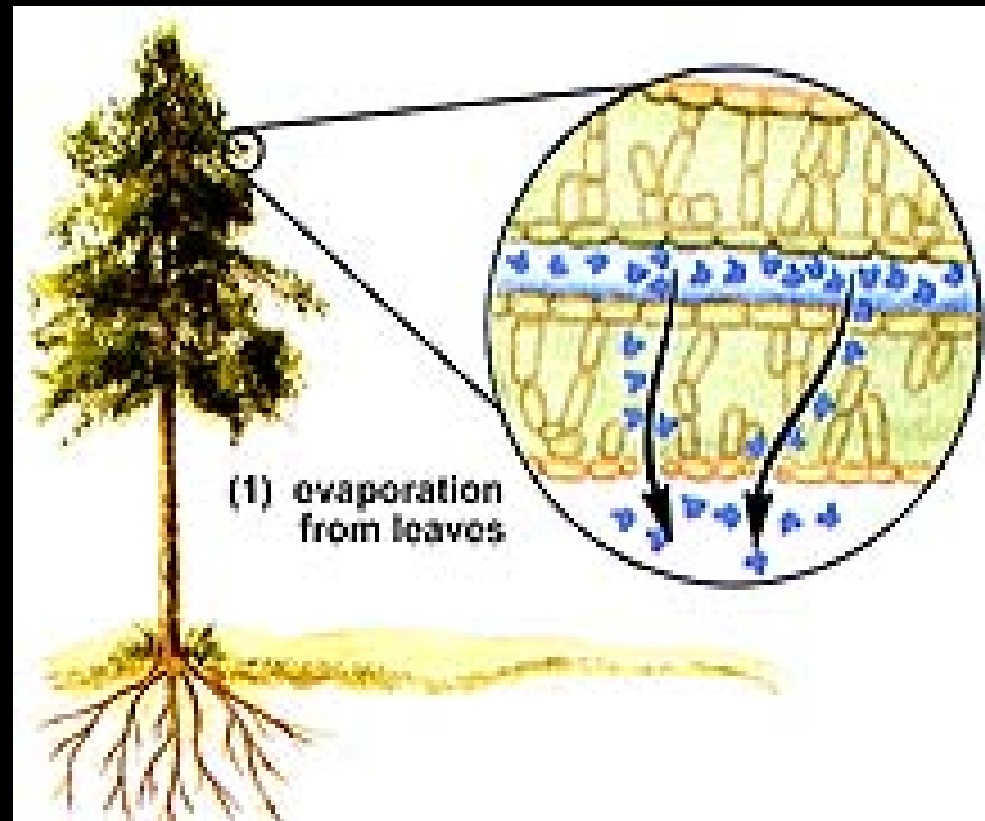
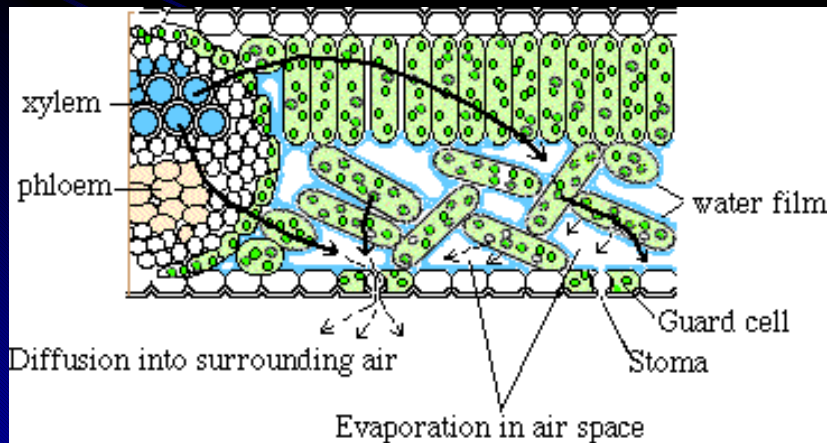


植物的蒸腾作用

Transpiration in Plants

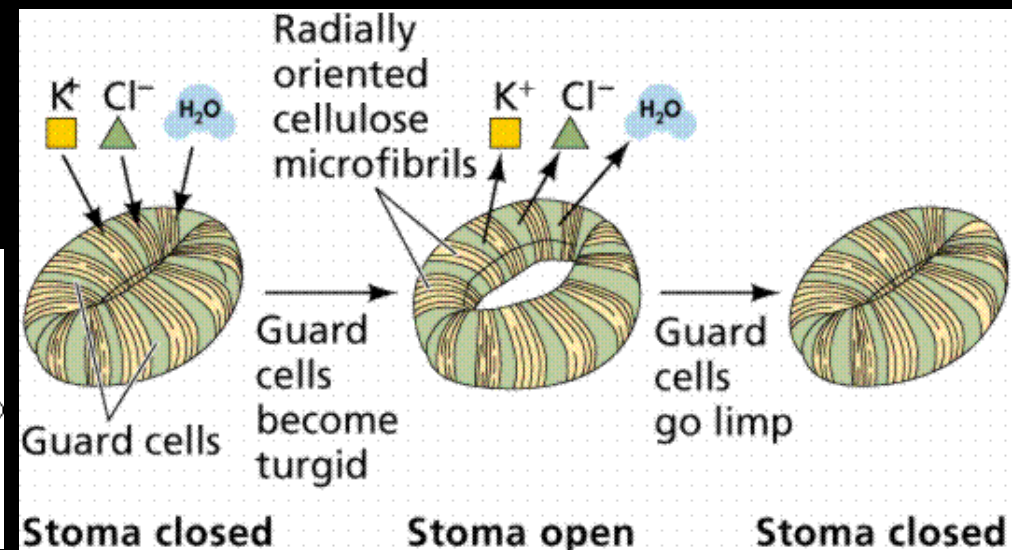
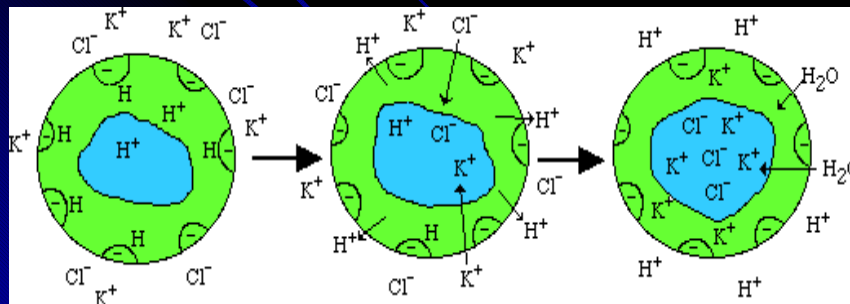
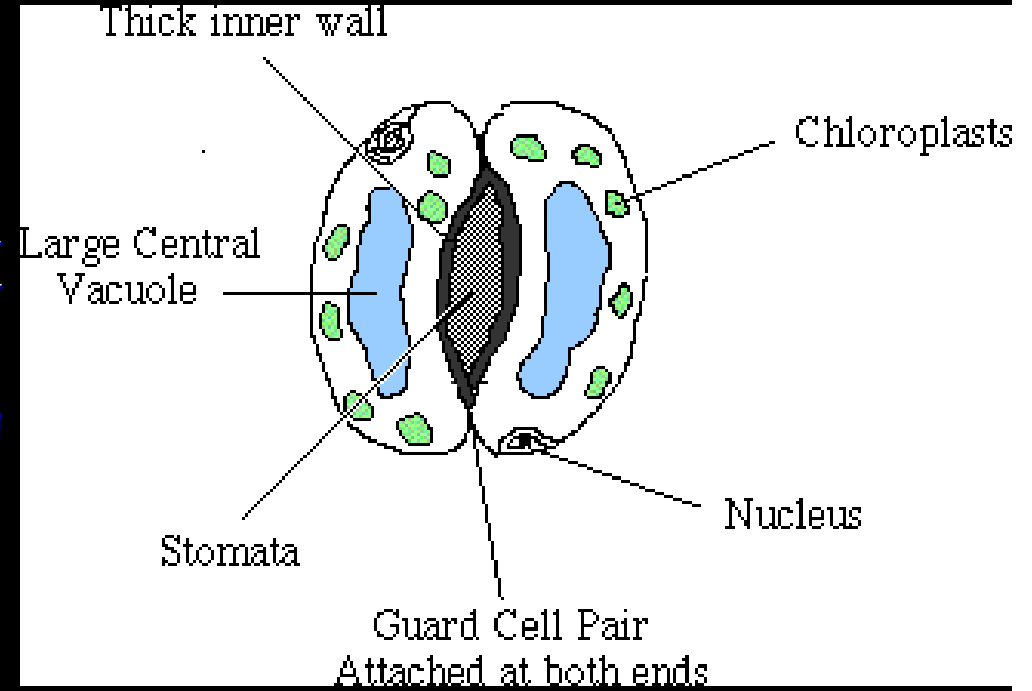
蒸腾作用：是指水分以气体状态，通过植物体的表面（主要是叶片），从体内散失到体外的现象。

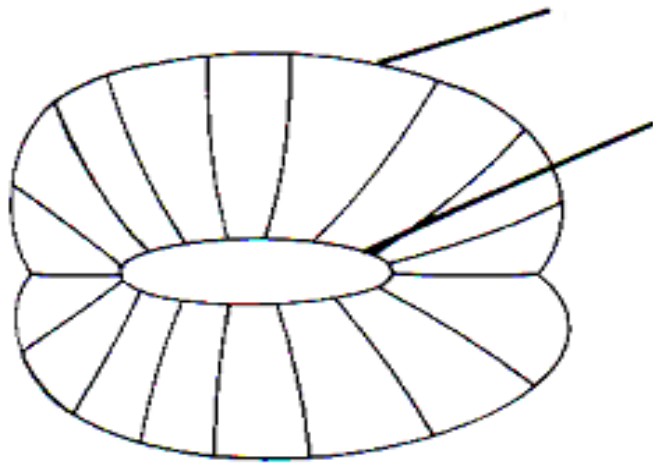
- 蒸腾作用的方式：
 - 角质层蒸腾 cuticular transpiration
 - 气孔蒸腾 stomatal transpiration



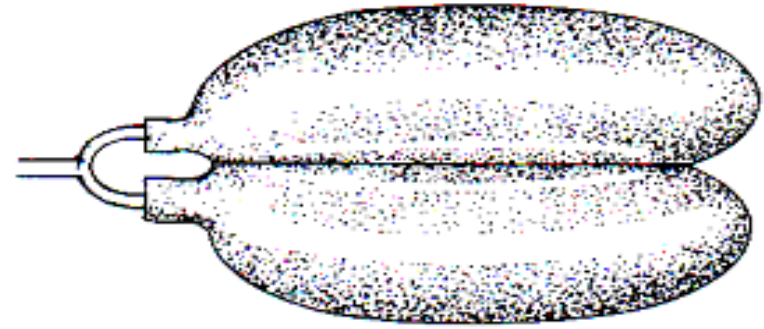
气孔的蒸腾作用

- 气孔运动
 - 气孔通常白天开放，夜间关闭
 - 气孔的运动与它的结构特点相关
- 气孔运动的机理
 - 淀粉-糖转化学说
 - 无机离子吸收学说
 - 苹果酸生成学说

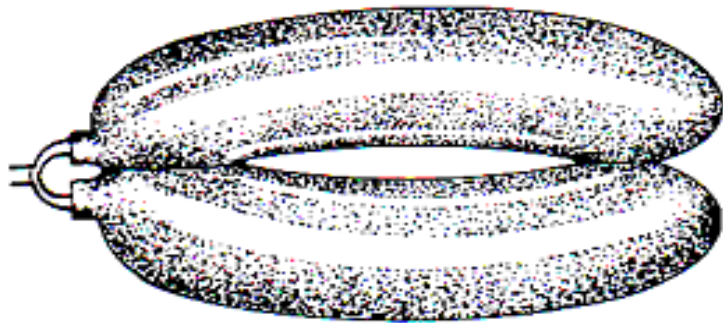




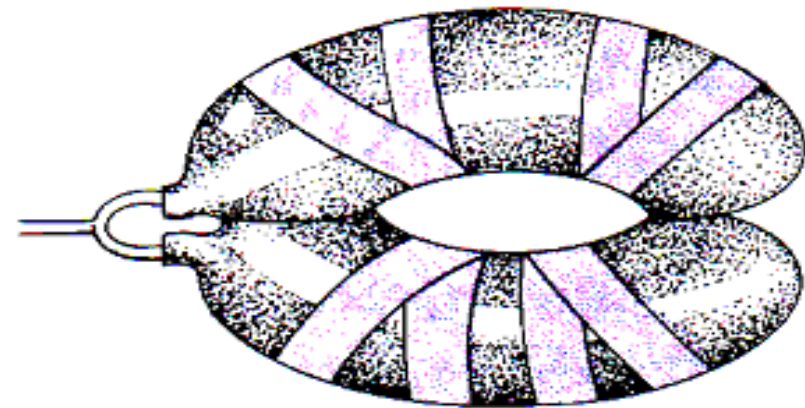
(a)



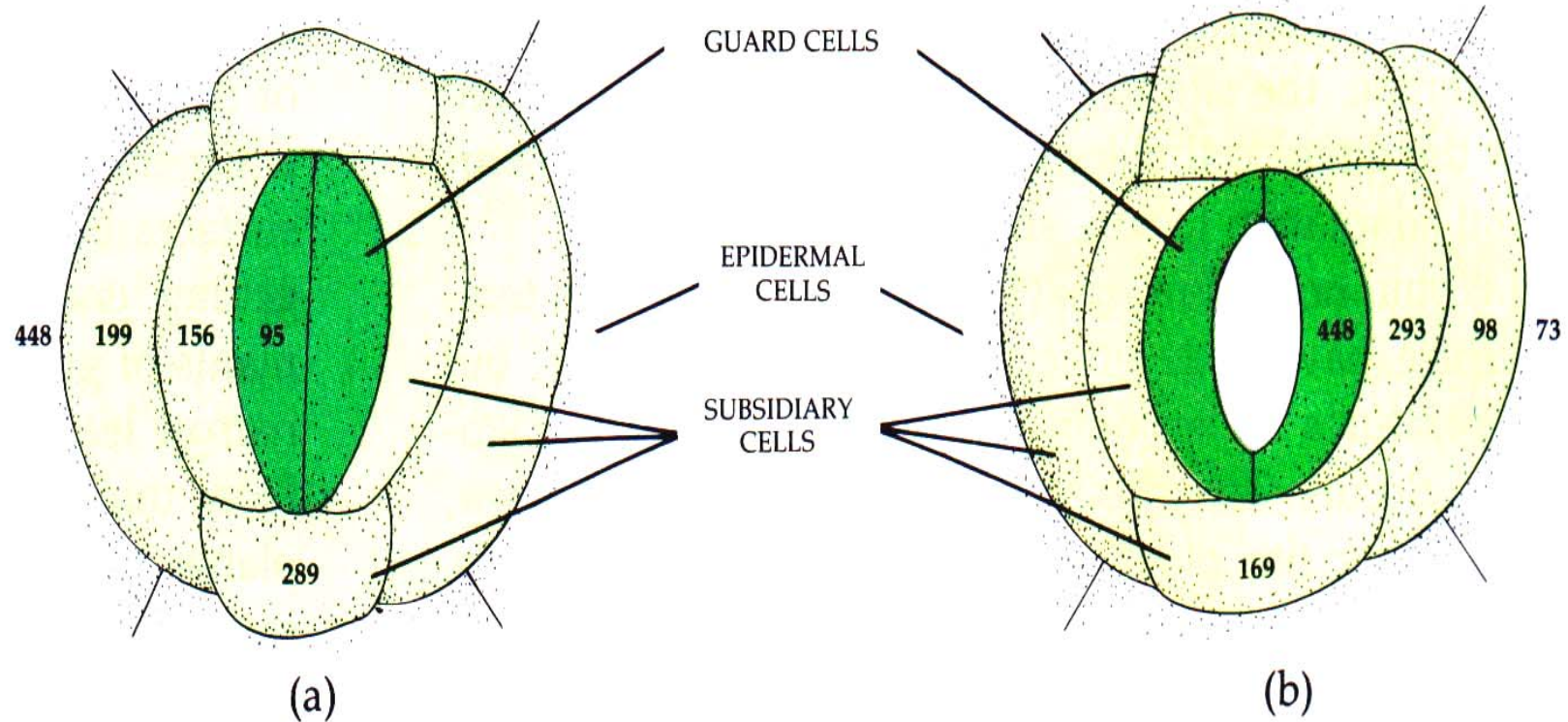
(b)



(c)

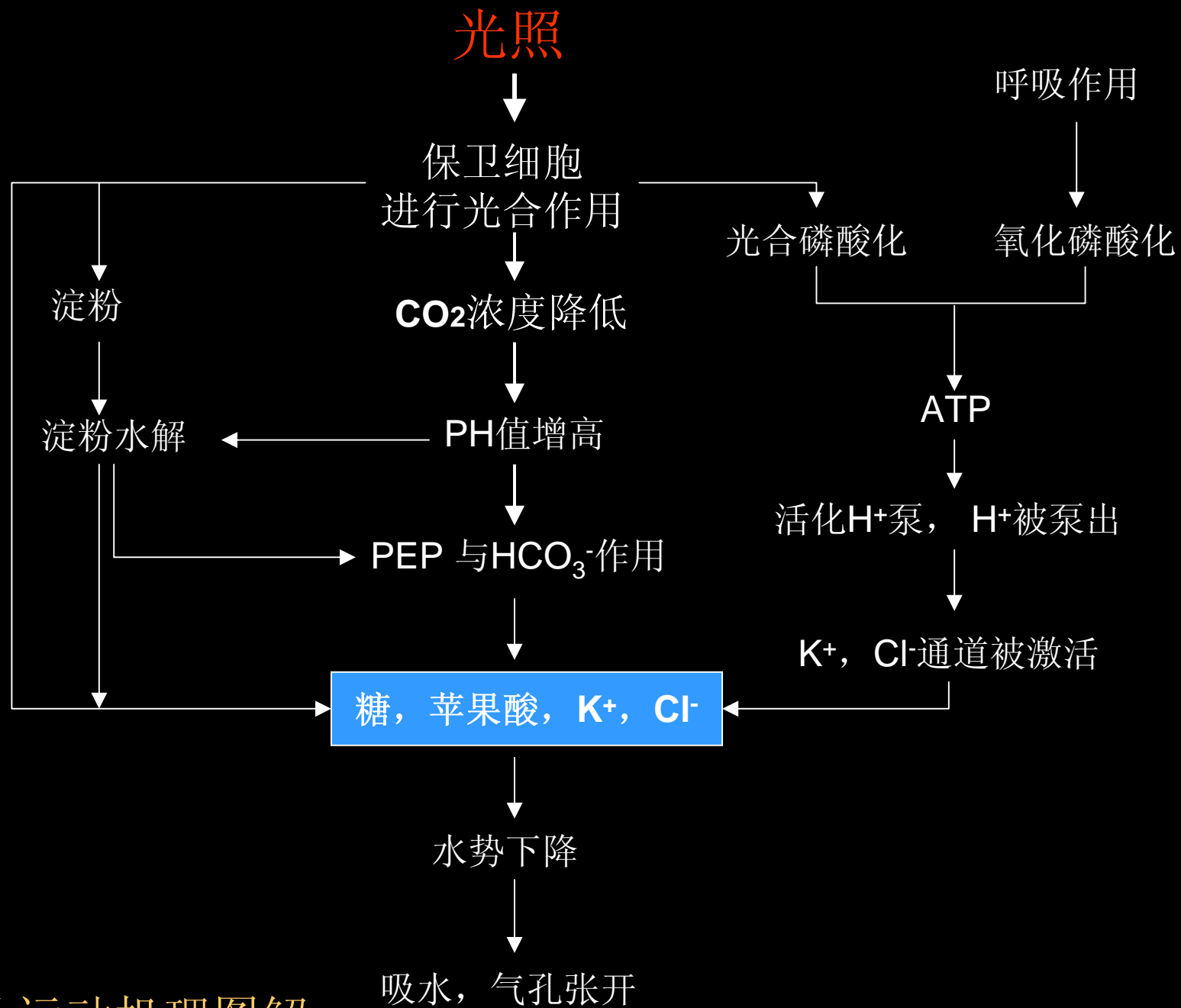


(d)



Quantitative change in potassium (K) concentrations across the stomatal complex (guard cells and subsidiary cells) and neighboring epidermal cells in the dayflower (*Commelina communis*) leaf.

The K⁺ values : mM (*millimoles per milliliter*)



气孔运动机理图解

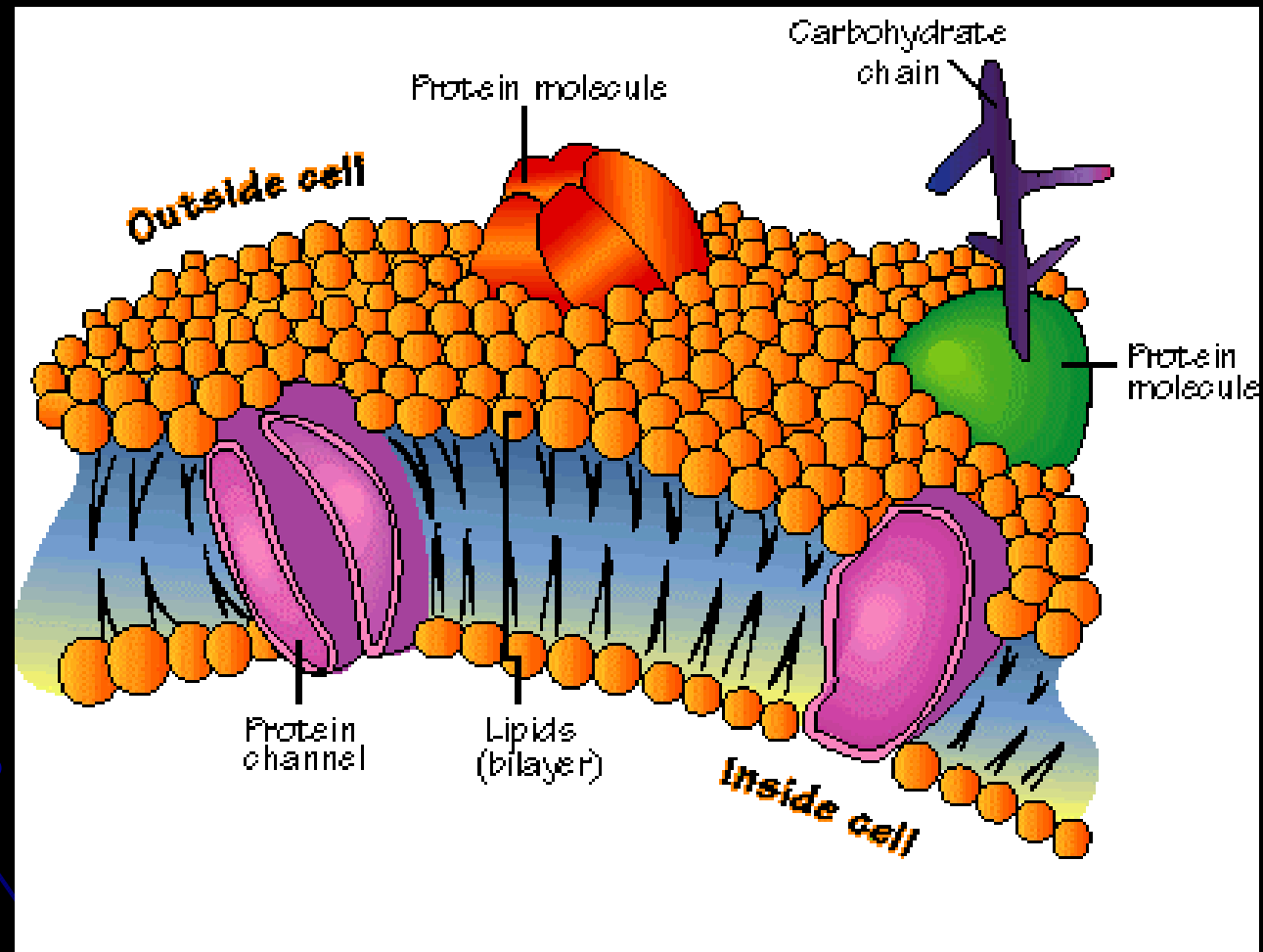
植物的矿质营养

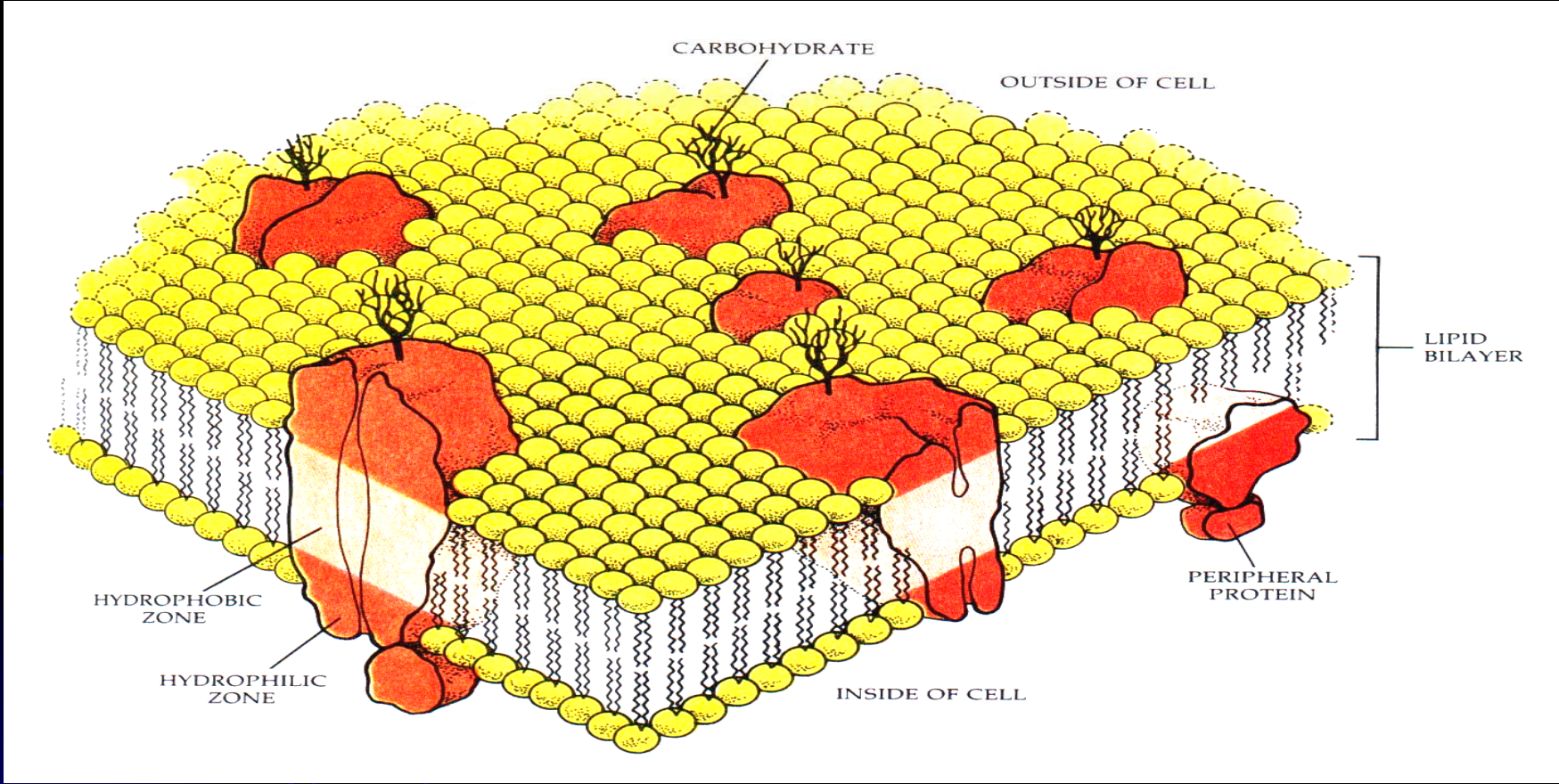
Mineral Nutrition in Plants

- 矿质营养——植物对矿质元素的吸收、转运和同化，统称为矿质营养。
- 矿质元素mineral elements——植物体充分燃烧后，以氧化物的形式存在于灰分中的元素。
- 矿质元素的生理功能
 - 细胞结构物质的组成成分
 - 植物生命活动的调节者，参与酶的活动
 - 起电化学作用，即离子浓度的平衡、胶体的稳定和电荷中和等。

植物细胞对矿质元素的吸收

- 被动运输
passive transport
- 主动运输
active transport
- 内吞作用
endocytosis

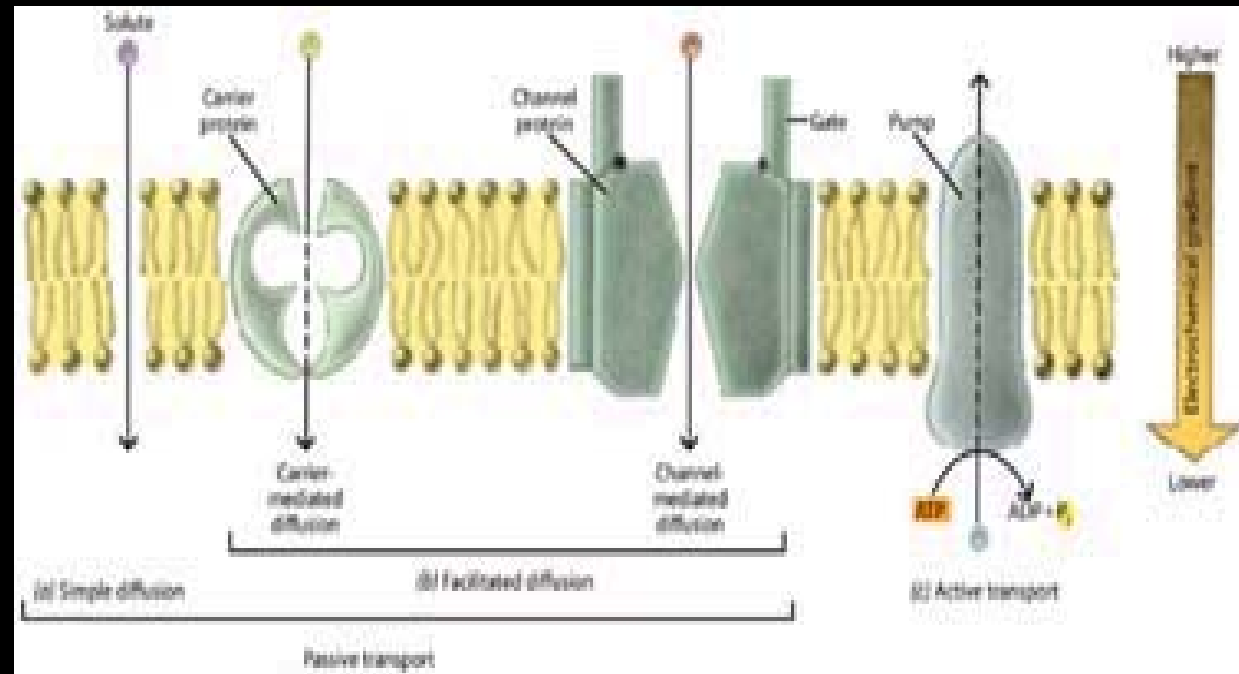


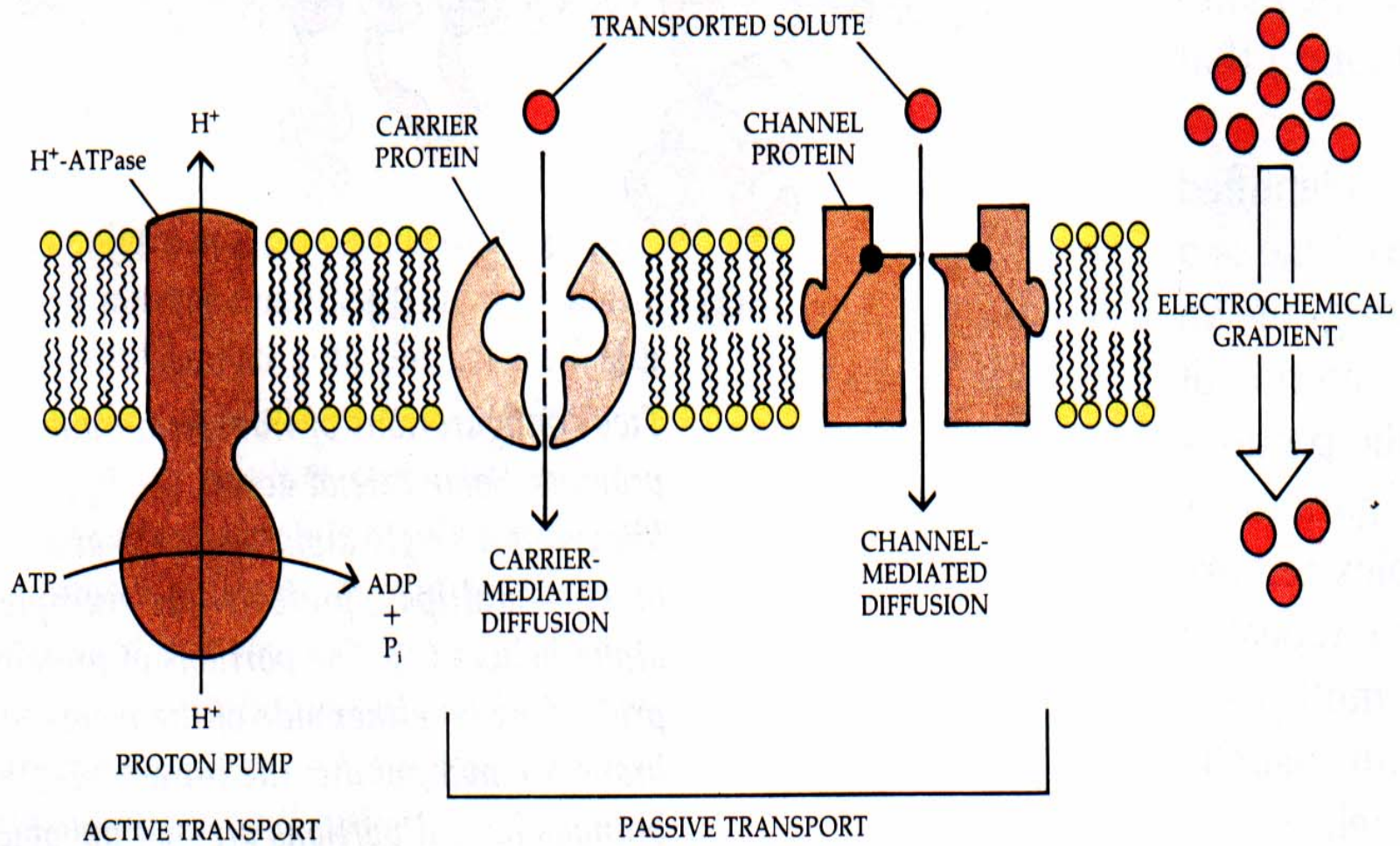


质膜上的转运蛋白

Transport Proteins in the Plasma Membrane

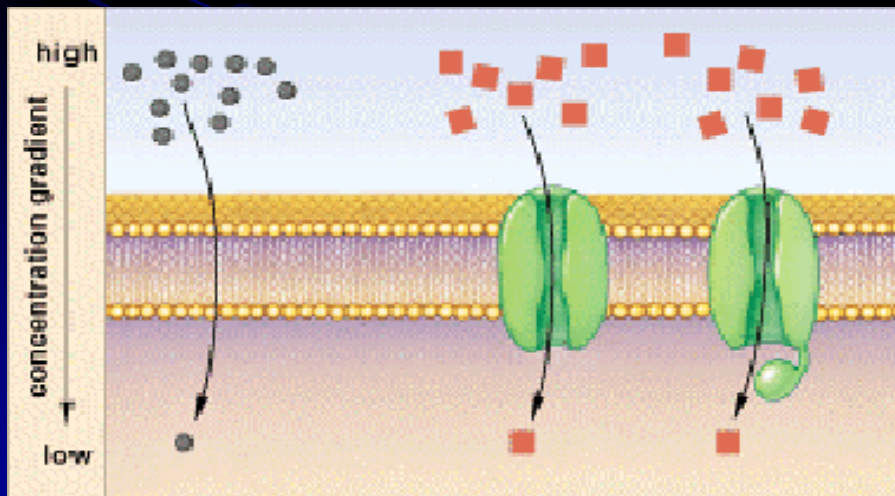
- 通道蛋白
channel
- 载体蛋白
carrier
- 泵蛋白
pump



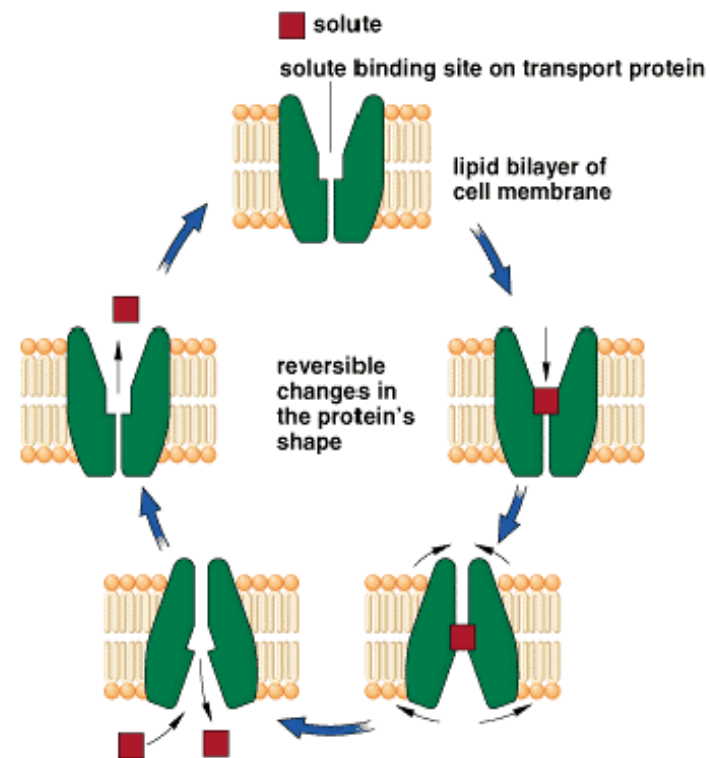


矿质元素的被动吸收

- 简单扩散 simple diffusion
- 离子通道运输 ion channel transport
- 顺电化学势梯度的载体运输 carrier transport through electrochemical potential gradient



Passive Transport Proteins

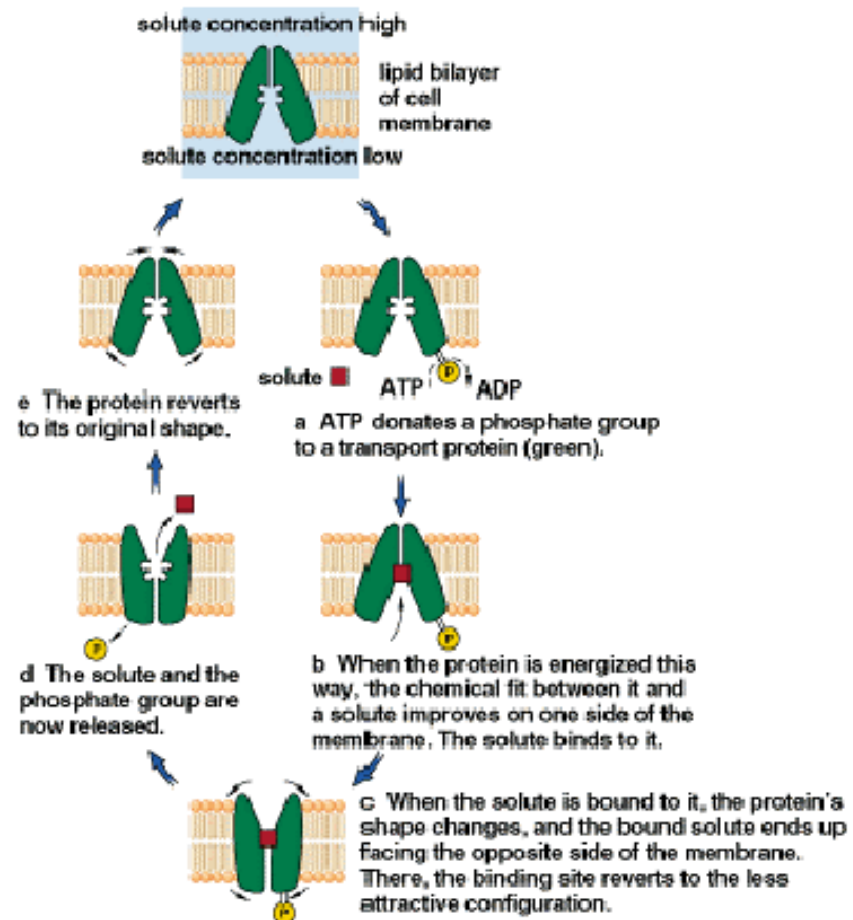


矿质元素的主动吸收

主动吸收——是指细胞利用代谢释放的能量做功而逆着浓度差吸收矿质元素的过程

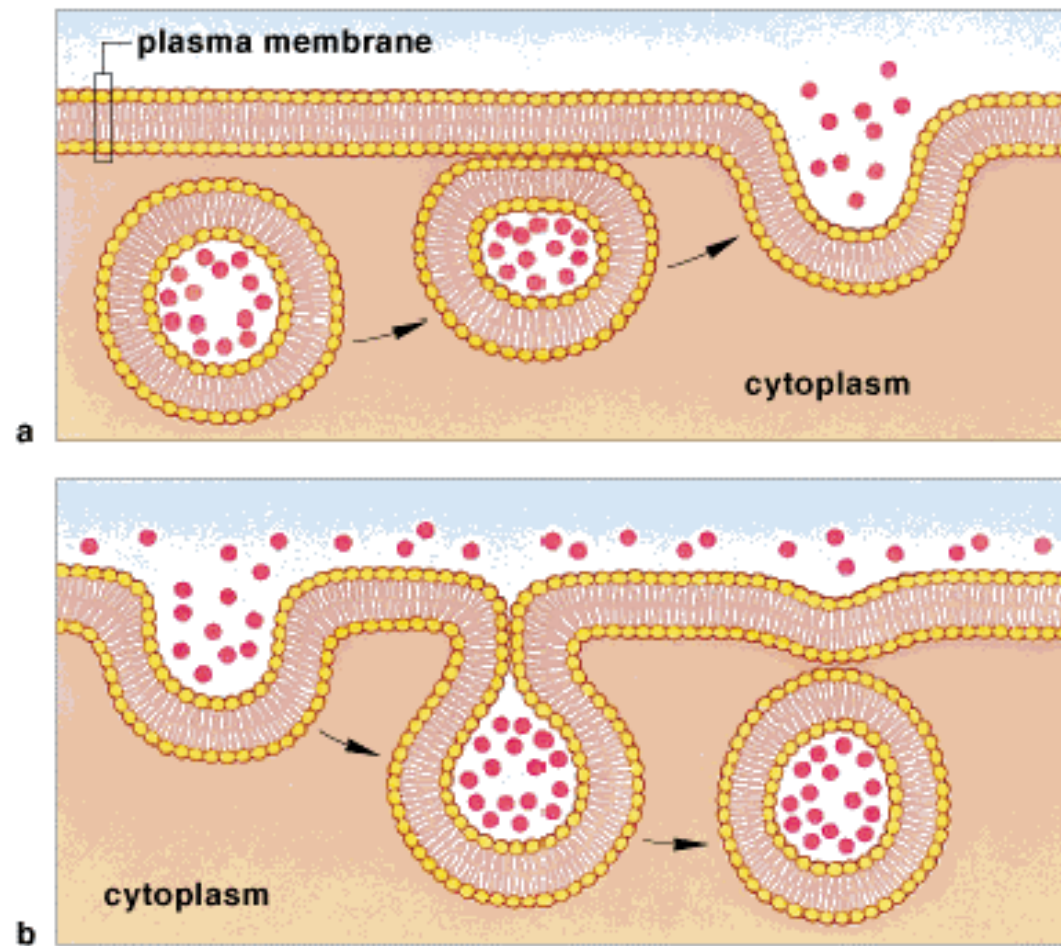
- 载体运输 carrier transport
- 离子泵运输 ion pump transport——质膜上存在有ATP酶，它催化ATP水解释放能量，驱动离子的转运
 - 质子泵 proton pump
 - 钙泵 calcium pump

Active Transport Proteins

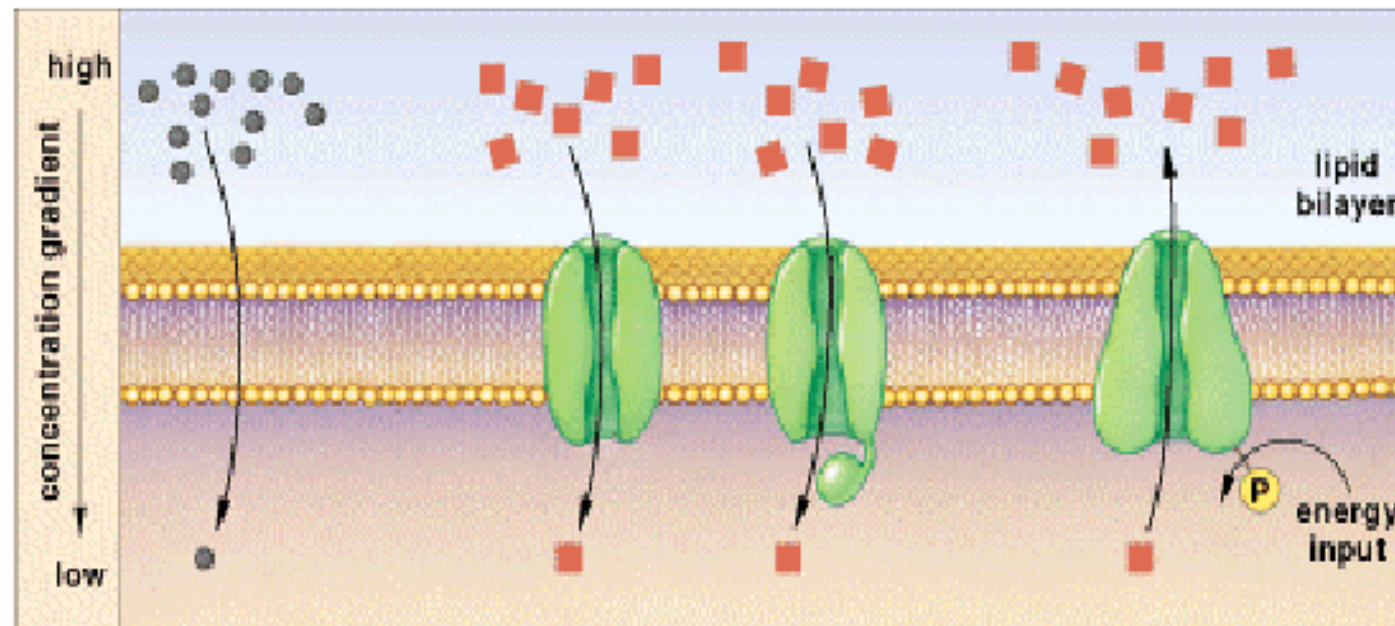


胞吐作用和内吞作用

Exocytosis and Endocytosis



Transport Mechanisms



DIFFUSION ACROSS LIPID BILAYER

Lipid-soluble substances as well as water diffuse across.

PASSIVE TRANSPORT

Water-soluble substances, and water, diffuse through interior of transport proteins. No energy boost required. Also called facilitated diffusion.

ACTIVE TRANSPORT

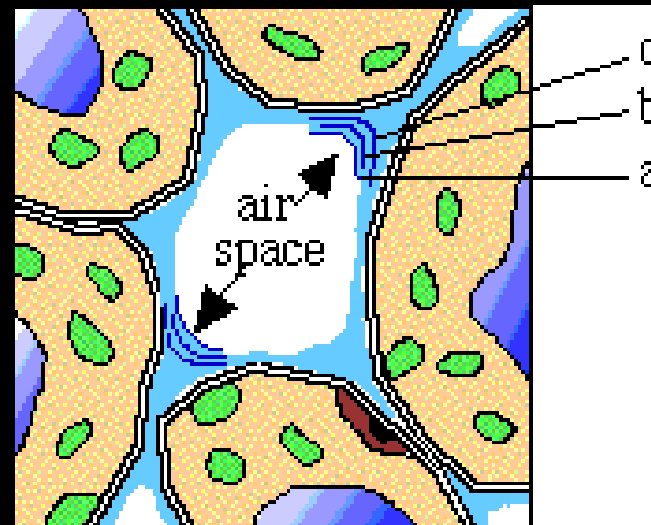
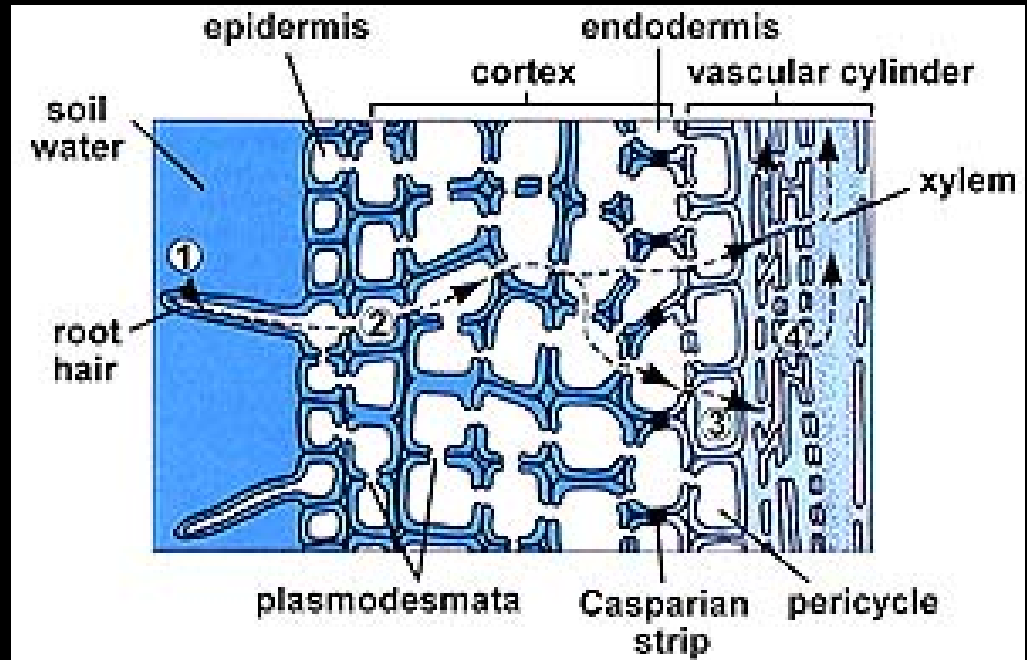
Specific solutes are pumped through interior of transport proteins. Requires energy boost.

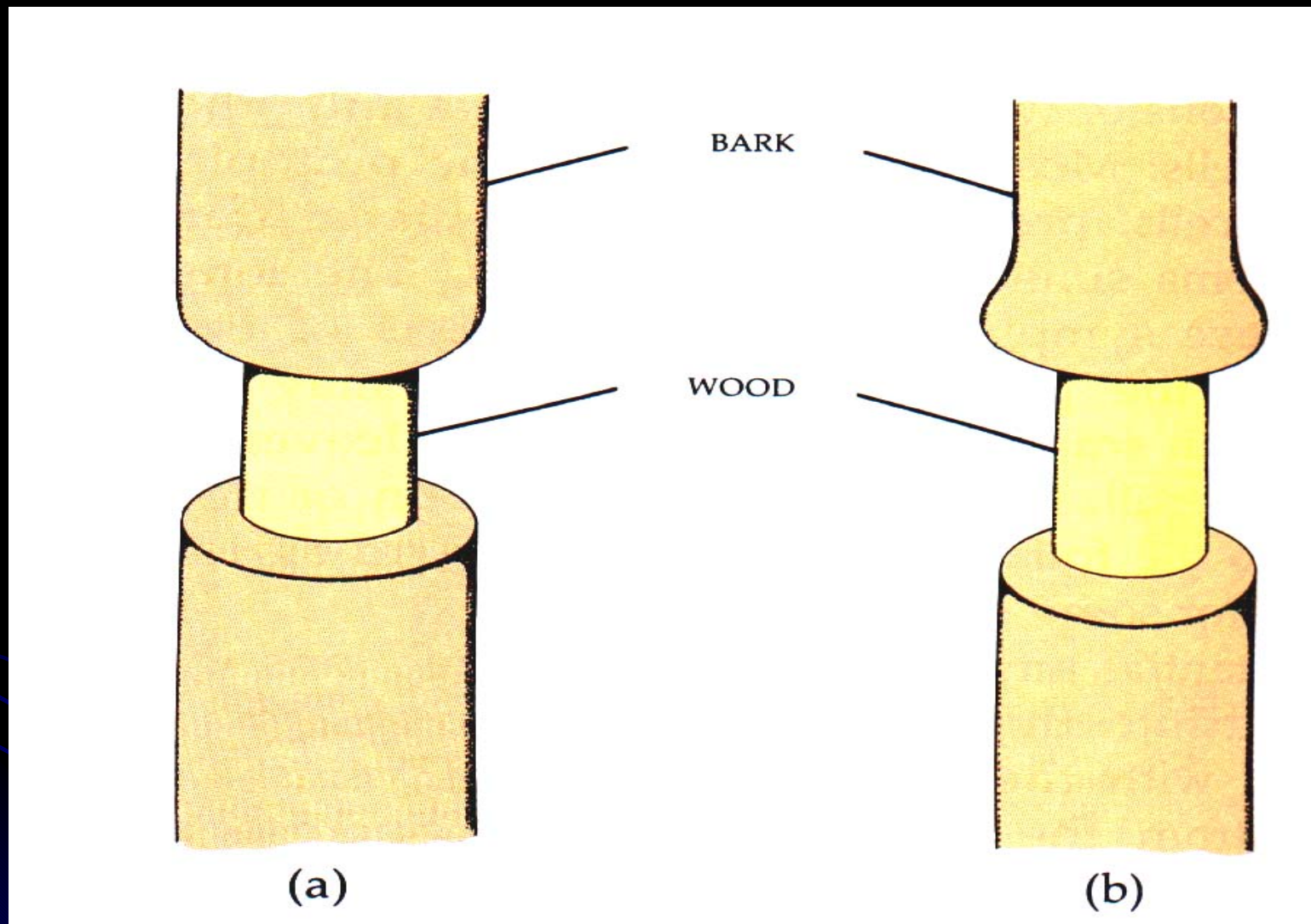
Fig 5.7

根系对溶液中矿质元素的吸收过程

离子被根吸收并转运到中柱的两条途径：

- 共质体运输——通过表皮细胞的质膜，进入共质体，经过共质体的运转到中柱
- 质外体运输——先通过内皮层以外的质外体，然后通过内皮层的质膜进入到中柱





树皮环割实验——示韧皮部物质的转运方向

不同发育阶段植物体内同化物的分配和转运



(a) 营养生长期

(b) 果期

植物体内有机物质的转运

- 从“源” source 到“库” sink。
- “同侧运输，就近供应”。

👉 压力流动学说
pressure-flow hypothesis——德国植物生理学家 Munch (1927)提出的。

