

CH 2.2 细胞中的无机物

Y. K. Fu



本节聚焦

- 水在细胞中以什么形式存在？具有哪些重要作用？
- 为什么细胞中的无机盐含量很少，作用确很重要？

问题探讨

右侧是某种运动员饮料的化学成分表。请回忆初中所学知识，结合此表讨论以下问题。

1. 喝饮料主要是给身体补充水。水在细胞中起什么作用？

成分	质量浓度 $/(g \cdot L^{-1})$
蔗糖	30
其他糖类	10
柠檬酸	10
柠檬香精	0.8
氯化钠	1.0
氯化钾	0.1
磷酸二氢钠	0.1
磷酸二氢钾	0.1
碳酸氢钠	0.1

问题探讨

提示：水在细胞中的作用主要表现在以下几个方面。

水是细胞结构的重要组成成分；水是细胞内的良好溶剂，许多种物质必须溶解在水中，细胞内的许多化学反应也都需要有水的参与；多细胞生物体的绝大多数细胞必须浸润在以水为基础的液体环境中；通过水在生物体内的流动，可以把营养物质运送到各个细胞，同时，也把各个细胞在代谢中产生的废物运送到排泄器官或者直接排出体外。总之，各种生物体的一切生命活动，都离不开水。

问题探讨

右侧是某种运动员饮料的化学成分表。请回忆初中所学知识，结合此表讨论以下问题。

2.表中哪些成分属于无机盐？为什么在运动员喝的饮料中添加无机盐？无机盐在细胞的生活中起什么作用？

成分	质量浓度 /(g·L ⁻¹)
蔗糖	30
其他糖类	10
柠檬酸	10
柠檬香精	0.8
氯化钠	1.0
氯化钾	0.1
磷酸二氢钠	0.1
磷酸二氢钾	0.1
碳酸氢钠	0.1

问题探讨

提示：表中的氯化钠、氯化钾、磷酸二氢钠、磷酸二氢钾、碳酸氢钠等都属于无机盐，它们在饮料中以离子的形式存在。运动员在运动中会大量出汗，出汗时人体会排出大量无机盐，所以要给他们补充无机盐。无机盐可以调节细胞的生命活动，也是许多有机物的重要组成成分。

CH 2.2.1 细胞中的水

细胞中的水

```
graph TD; A[细胞中的水] --> B[自由水]; A --> C[结合水]; B --> D[绝大部分的水呈游离状态，可以自由流动]; C --> E[一部分 (~4.5%) 水与细胞内其他物质相结合];
```

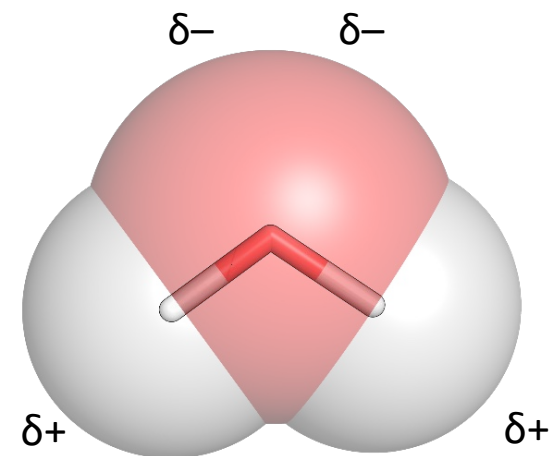
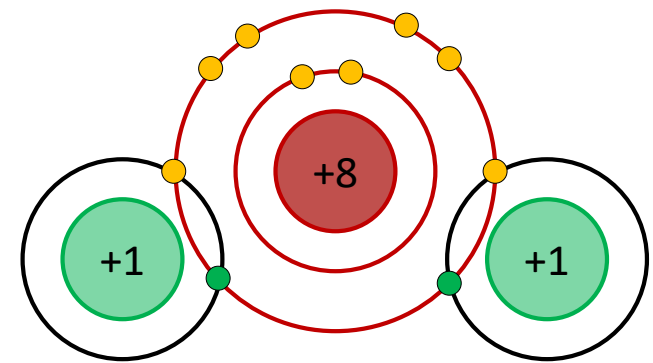
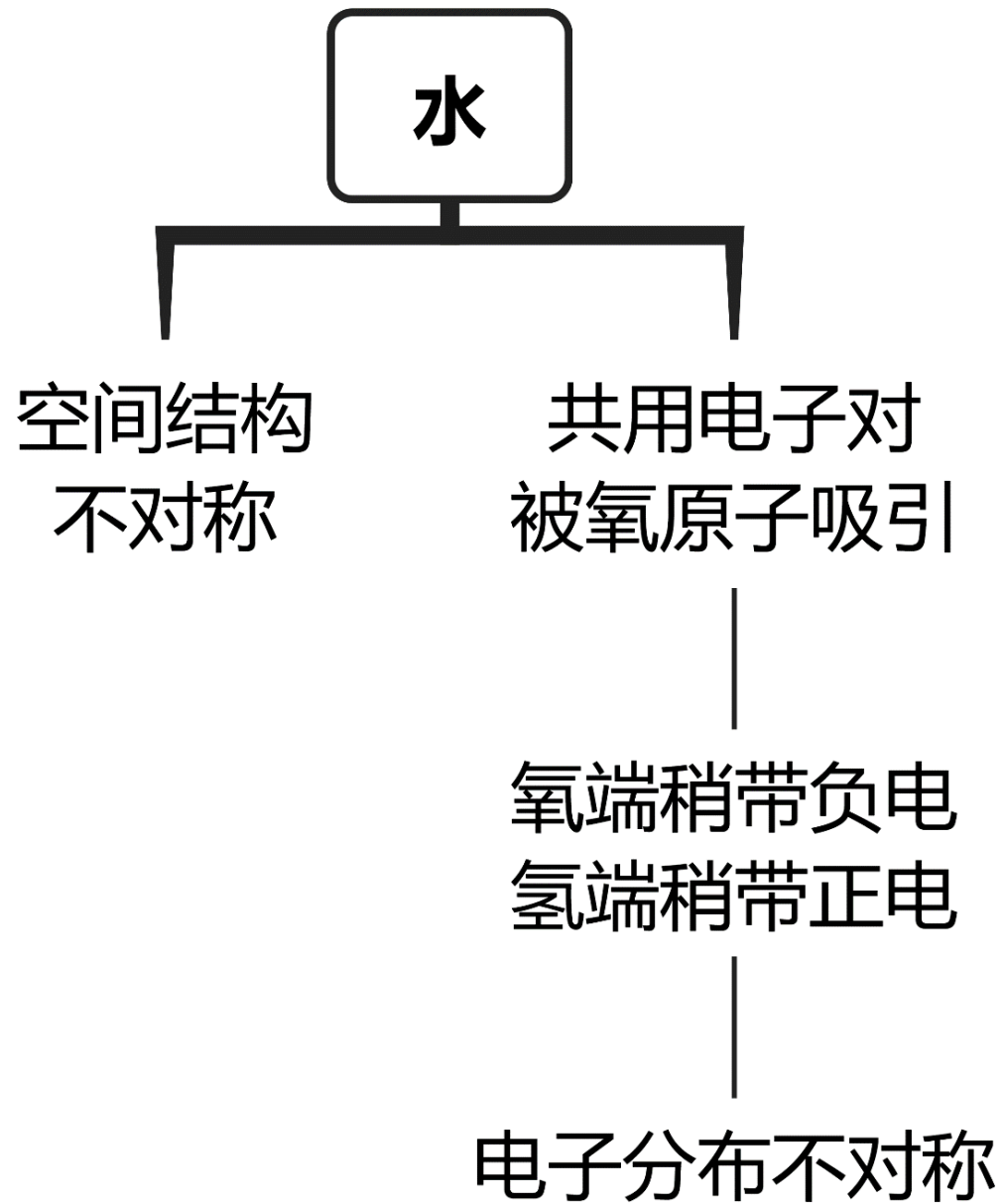
自由水

绝大部分的水呈游离状态，可以自由流动

结合水

一部分 (~4.5%) 水与细胞内其他物质相结合

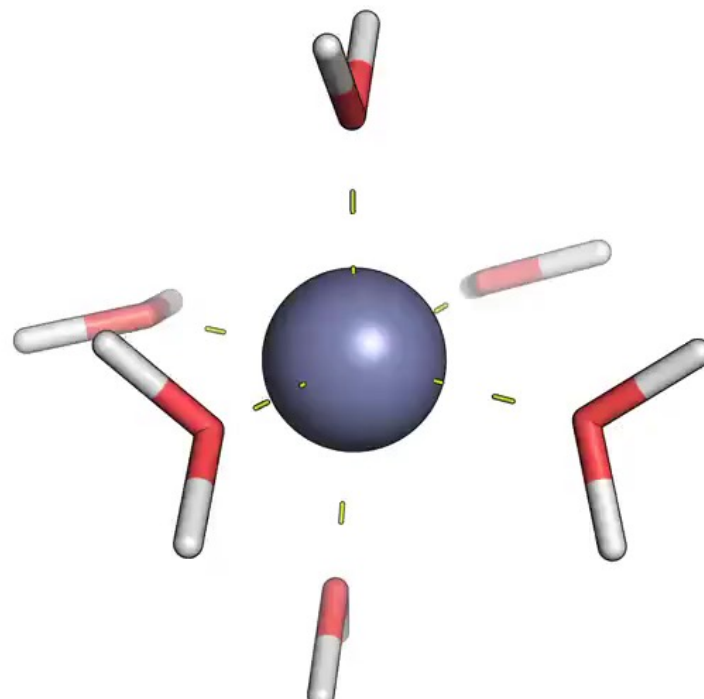
CH 2.2.1 细胞中的水



水是极性分子

带电分子、离子容易与水结合

水是良好溶剂



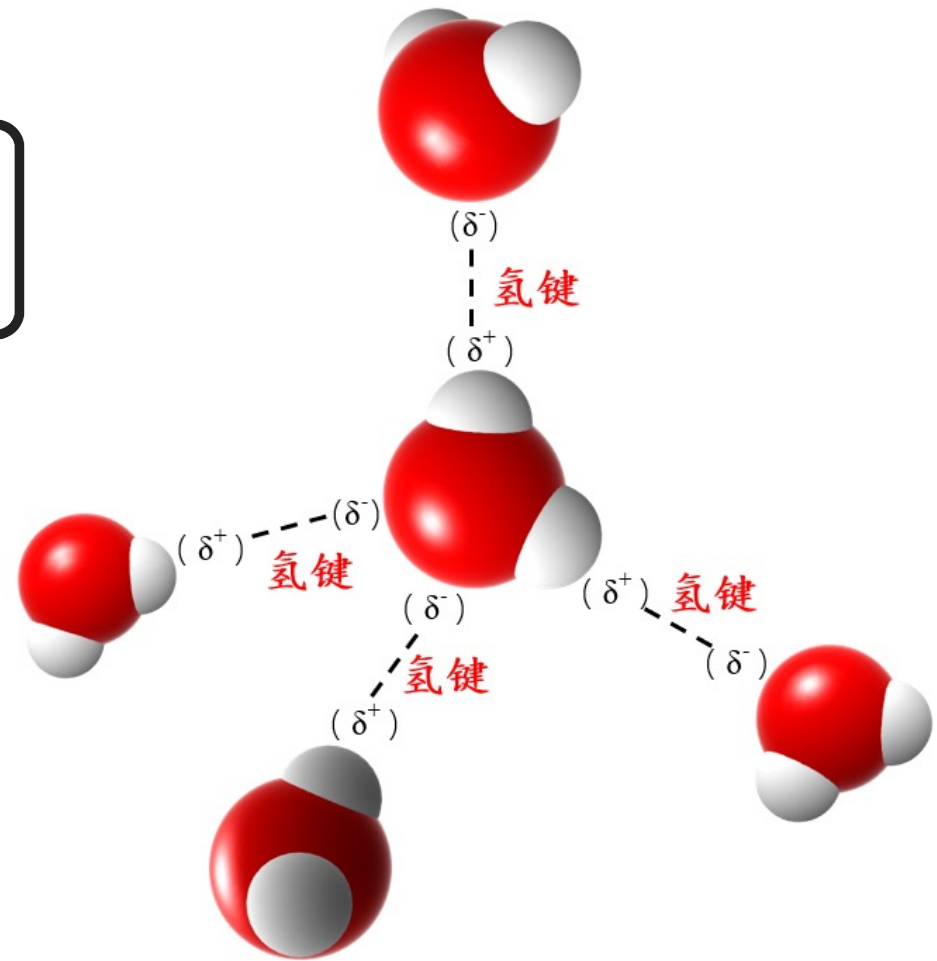
CH 2.2.1 细胞中的水

水是极性分子

氧端靠近氢端时

静电吸引

氢键



Q：一个氧原子可以形成几个氢键？

反复断裂、形成 具有较高比热容

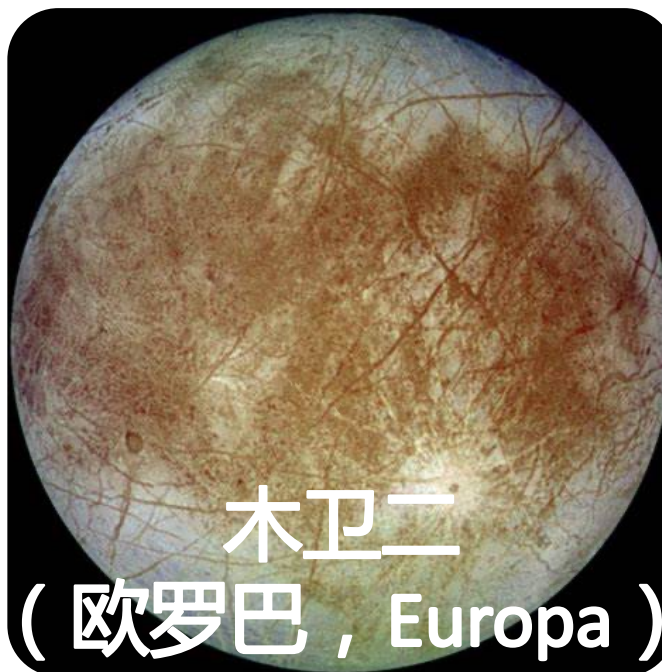
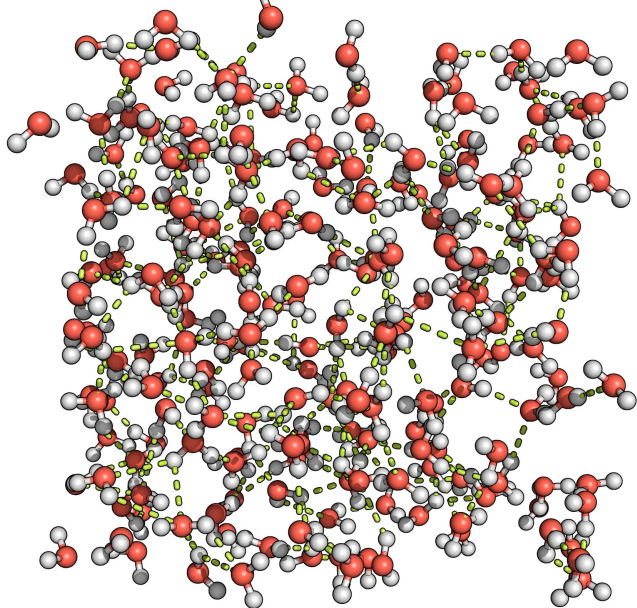
常温下液态
具有流动性

温度相对恒定

维持生命系统稳定性

自由水

Animation created by Y.K. Fu



①是良好溶剂

溶解多种物质

②常温下液态
温度相对恒定

细胞浸润在以水为基础的
液体环境中

③具有流动性

运送营养物质、代谢废物

④参与生物化学反应

细胞内自由水所占比例越大，细胞代谢越旺盛

CH 2.2.1 细胞中的水

结合水是细胞结构的重要组成部分（ 4.5% ）：

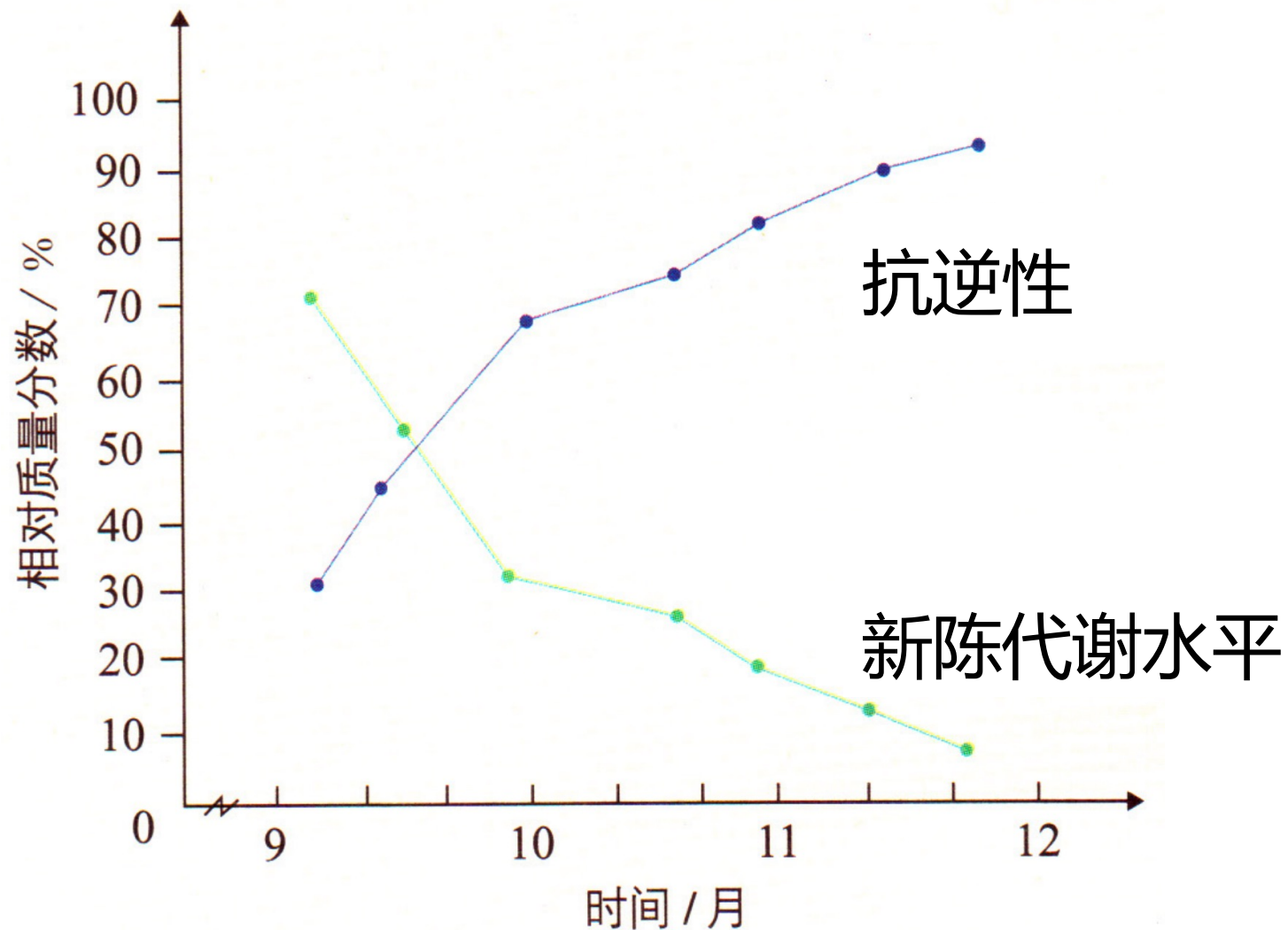
与蛋白质、多糖等物质结合，失去流动性和溶解性；

结合水越多，细胞抵抗干旱和寒冷等不良环境的能力（ 抗逆性 ）就越强。

e.g., 将种子晒干，减少自由水的量而降低代谢水平；

e.g., 北方冬小麦冬天来临前自由水比例逐渐降低，结合水比例逐渐上升。

Q：自由水的含量一定总是高于结合水含量吗？



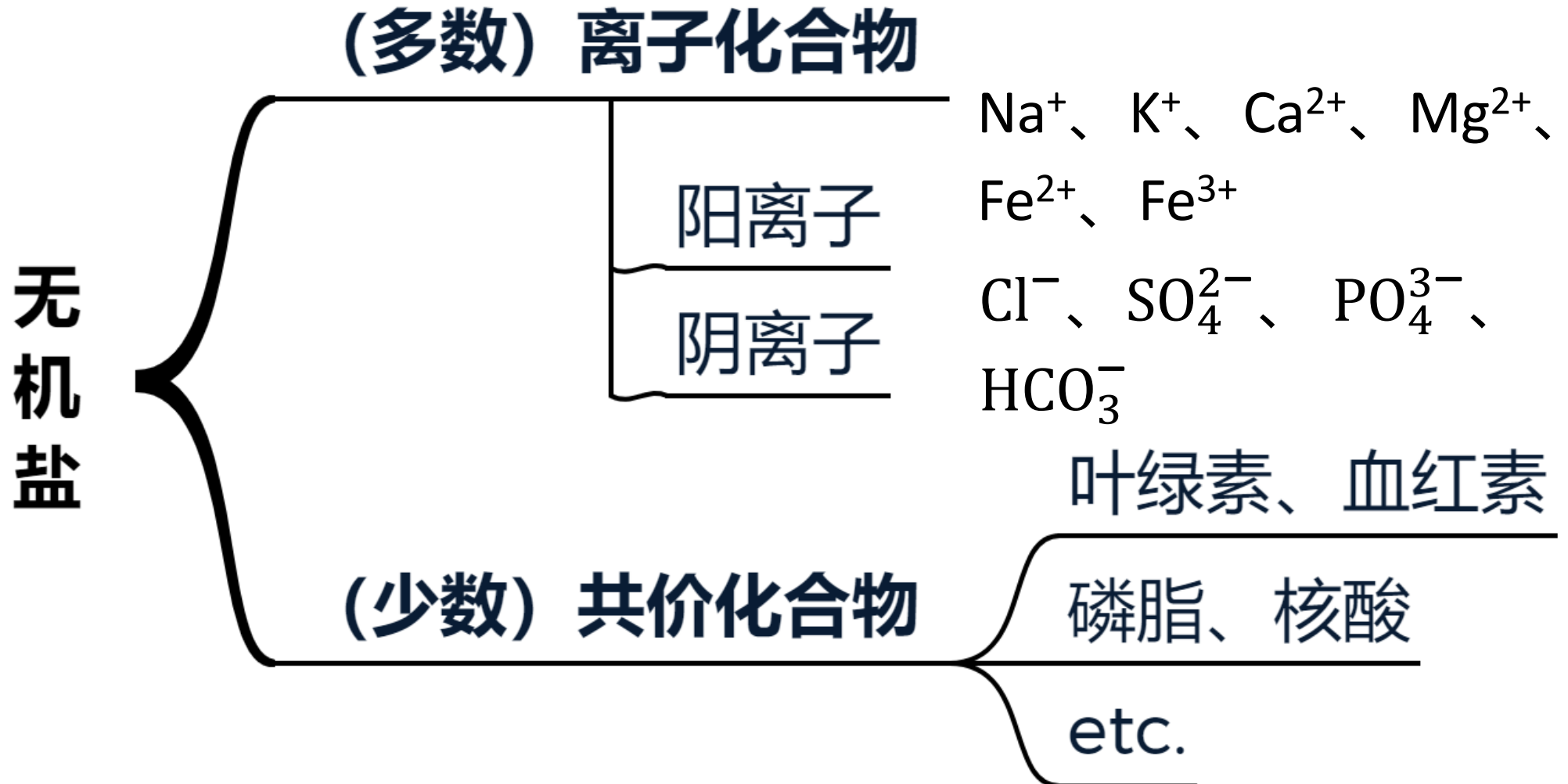
北方冬小麦不同时期含水量

CH 2.2.2 细胞中的无机盐

点燃一粒小麦种子，待它燃烧时可见到一些灰白色的灰烬，这些灰烬就是小麦种子中的无机盐。其他生物体的细胞中也含有无机盐。



CH 2.2.2 细胞中的无机盐



P021旁栏

离子	在人体或植物中的功能
Na^+	参与形成膜电位，维持神经和肌肉的正常兴奋性；人体体液的组成成分，调节体液渗透压。
K^+	参与形成膜电位，维持神经和肌肉的正常兴奋性；人体体液的组成成分，维持离子浓度平衡、调节体液渗透压。
Ca^{2+}	促进牙齿和骨骼生长；调节神经、肌肉的敏感性等。
Mg^{2+}	参与构成叶绿素，与某些酶的活性有关。
$\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$	Fe^{3+} 和 Fe^{2+} 在人体内可以相互转化，其中 Fe^{2+} 是血红蛋白及某些含铁酶类的成分。

P021旁栏

离子	在人体或植物中的功能
Cl^-	人体体液的组成成分，维持离子浓度平衡；是胃酸的重要成分。
SO_4^{2-}	人体体液的组成成分，参与调节体液渗透压；硫元素是蛋白质的重要组成成分，也是多种维生素的组成成分。
PO_4^{3-}	其中磷元素是构成骨骼、牙齿、肌肉及血液的重要元素，促进酶的活动，形成ATP； PO_4^{3-} 与 H^+ 结合形成的 $\text{HPO}_4^{2-}/\text{H}_2\text{PO}_4^-$ 是人体内很重要的缓冲对。
HCO_3^-	HCO_3^- 及其与 H^+ 结合形成的 H_2CO_3 是血浆中最最重要的缓冲对（ $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$ ），对于调节正常血浆的pH有重要意义；也是保护胃黏膜的重要成分。

CH 2.2.2 细胞中的无机盐

作用：①参与并维持生命活动

离子	在人体或植物中的功能
Na^+	参与形成膜电位，维持神经和肌肉的正常兴奋性； 人体体液的组成成分，调节体液渗透压。

缺 Na^+ 导致神经、肌肉细胞兴奋性降低，肌肉酸痛、无力。

大量出汗排出过多的无机盐后，应多喝淡盐水。

医用生理盐水质量分数0.9%。



CH 2.2.2 细胞中的无机盐

作用：①参与并维持生命活动

离子	在人体或植物中的功能
Ca^{2+}	促进牙齿和骨骼生长； 调节神经、肌肉的敏感性等。

哺乳动物的血液中必须含有一定量的 Ca^{2+} 。

缺乏 Ca^{2+} 导致抽搐；

Ca^{2+} 过多导致肌无力。

CH 2.2.2 细胞中的无机盐

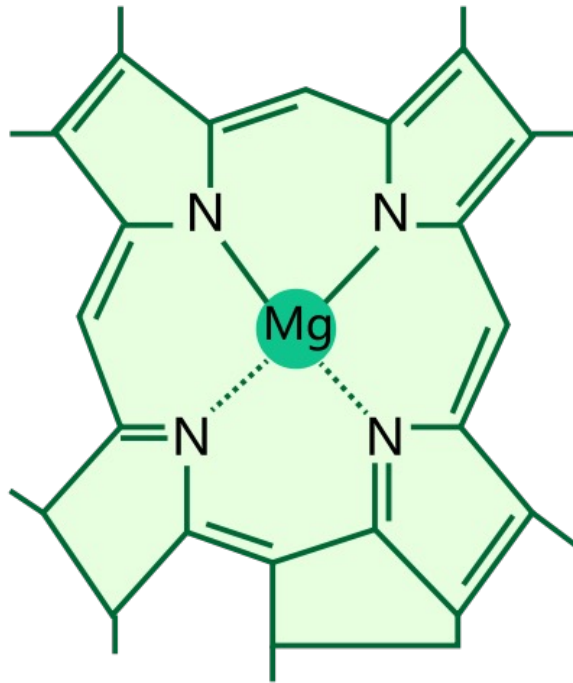
作用：②维持生物体内的酸碱平衡

离子	在人体或植物中的功能
PO_4^{3-}	其中磷元素是构成骨骼、牙齿、肌肉及血液的重要元素，促进酶的活动，形成ATP； PO_4^{3-} 与 H^+ 结合形成的 HPO_4^{2-} / H_2PO_4^- 是人体内很重要的缓冲对。
HCO_3^-	HCO_3^- 及其与 H^+ 结合形成的 H_2CO_3 是血浆中最重要 的缓冲对（ $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$ ），对于调节正常血浆的 pH有重要意义；也是保护胃黏膜的重要成分。

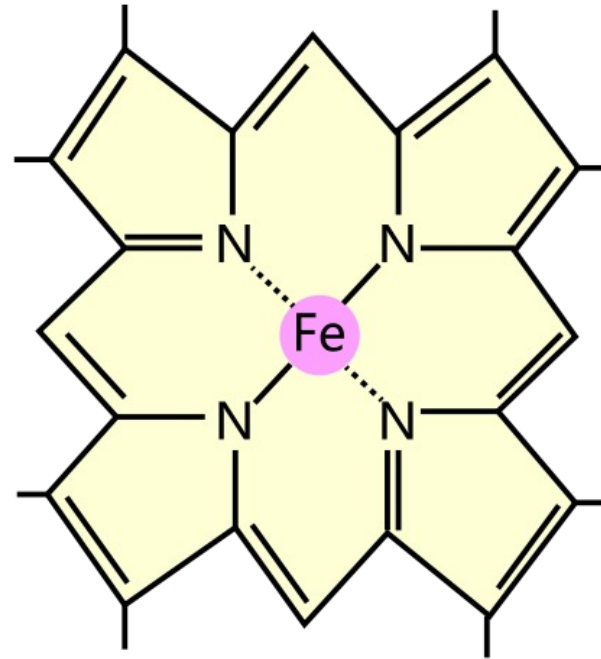
CH 2.2.2 细胞中的无机盐

作用：③构成细胞中某些复杂化合物的组成成分

e.g., Mg参与构成叶绿素，Fe参与构成血红素



一种叶绿素分子
(局部)

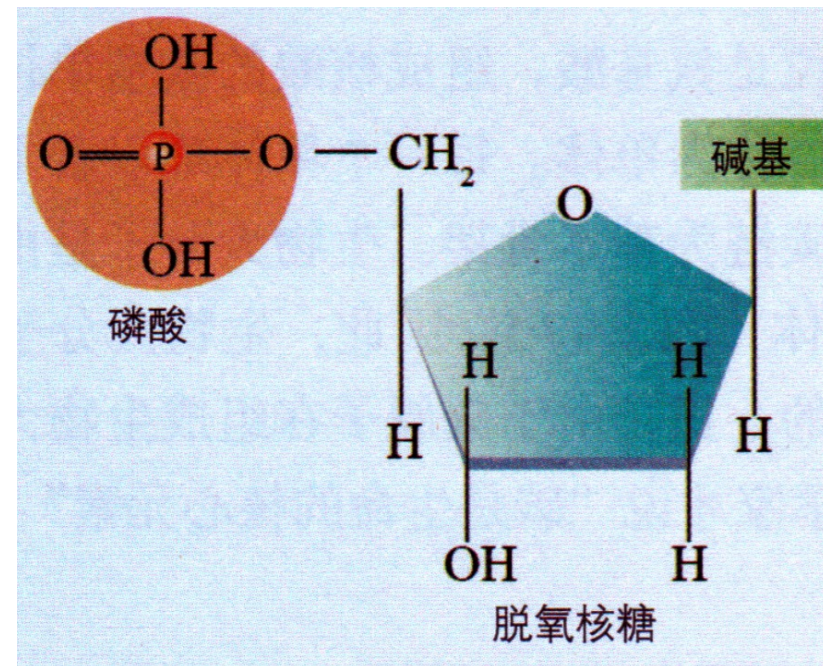
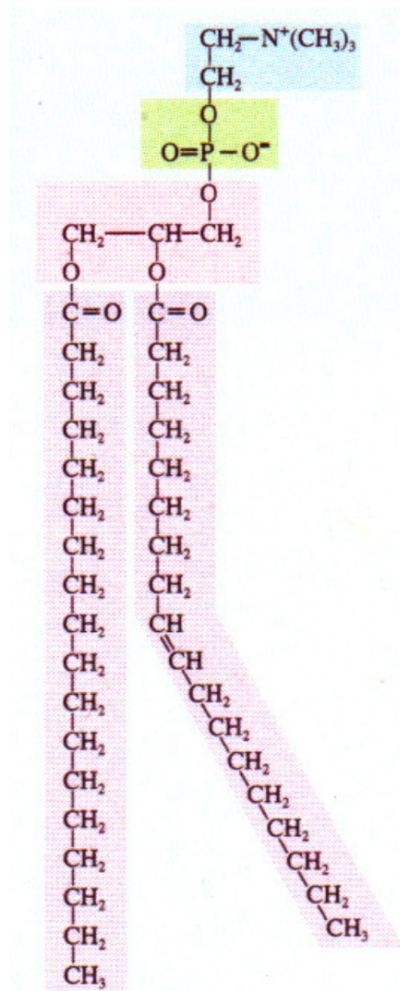


血红素分子
(局部)

CH 2.2.2 细胞中的无机盐

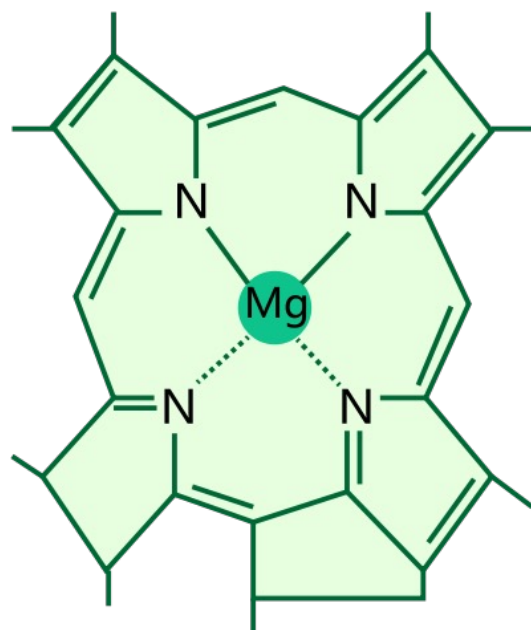
作用：③构成细胞中某些复杂化合物的组成成分

e.g., P参与构成细胞膜（磷脂）细胞核（核酸）。

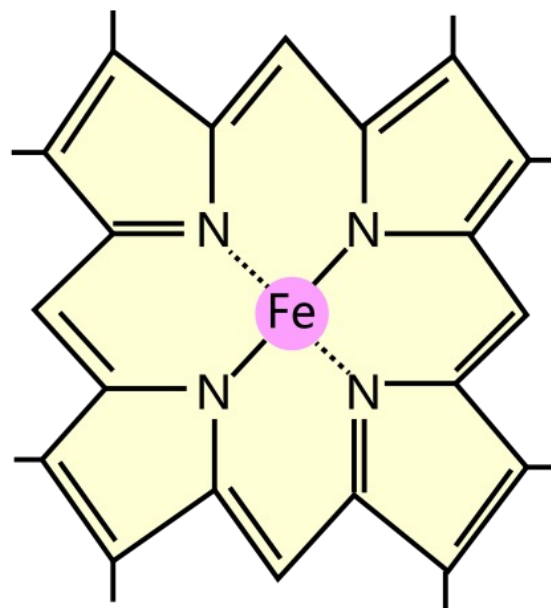


思考·讨论：无机盐的作用

资料1 下图是一种叶绿素分子和血红素分子局部结构简图



一种叶绿素分子
(局部)



血红素分子
(局部)

思考·讨论：无机盐的作用

1. 植物体缺Mg会影响光合作用，为什么？

提示：光合作用的正常进行不能缺少叶绿素，而叶绿素的分子结构中不能缺少的元素之一就是Mg。Mg是叶绿素的组成元素之一，因此，它对于光合作用具有重要意义。缺Mg使叶绿素的形成受到阻碍，进而影响光合作用。

思考·讨论：无机盐的作用

2. 有一种贫血症叫做缺铁性贫血，为什么缺Fe会导致贫血？

提示：人体内血红蛋白和红细胞的减少都可以导致贫血。血红蛋白的分子结构不能缺少的一种元素就是Fe。缺Fe会导致血红蛋白的合成障碍，从而引起贫血。缺铁性贫血是一种常见的贫血症。

思考·讨论：无机盐的作用

资料2 植物在缺乏N、P、K等营养物质时会出现各种症状，因此生产过程中常要给植物施肥。玉米在生长过程中缺乏P，植物就会特别矮小，根系发育差，叶片小且呈暗绿色偏紫色。

3.植物体缺P常表现为生长发育不正常，这说明什么？
分析为什么植物体缺P会影响其生长发育？

思考·讨论：无机盐的作用

提示：这说明了P对于植物正常的生长发育是必不可少的。P作为植物生长发育所必需的大量元素之一，是许多重要化合物（如核酸、ATP等）和生物膜等的重要组成部分，也在光合作用和呼吸作用等与能量代谢有关的反应中扮演重要角色。当P供应不足时，核酸的合成会受到影响，并会波及蛋白质的合成，还会影响体内糖类的代谢。因此，缺乏P的植株会由于糖类代谢障碍而出现叶片颜色异常，并且长得矮小、结实率低。

练习与应用：一、概念检测

水和无机盐是细胞的重要组成成分。判断下列相关表述是否正确。

(1) 细胞内的自由水和结合水都是良好的溶剂，都能参与物质运输和化学反应。 ×

(2) 同一株植物中，老叶细胞比幼叶细胞中自由水的含量高。 ×

(3) 将作物秸秆充分晒干后，其体内剩余的物质主要无机盐。 ×

练习与应用：二、拓展应用

1.医用生理盐水是质量分数为0.9%的氯化钠溶液。生理盐水的含义是什么？在什么情况下需要用生理盐水？

质量分数为0.9%的氯化钠溶液的浓度，正是人体细胞所处液体环境中溶质的浓度，所以叫生理盐水。当人体需要补充盐溶液或输入药物时，应输入生理盐水或用生理盐水作为药物的溶剂，以保证人体细胞的生活环境维持在稳定的状态。

练习与应用：二、拓展应用

2.目前已经探明，在火星两极地区有固态水，而那里的土壤中含有生命必需的Mg、Na、K等元素。科学家也曾在火星上发现了流动水的痕迹。科学家据此推测，火星上曾经或者现在存在着生命。为什么科学家会作出这样的推测呢？

水是生命之源，地球上最早的生命就是起源于水中的。科学家在火星上发现了流动水的痕迹，说明那里可能有自由流动的水。同时，那里的土壤中还含有生命必需的一些元素，所以科学家才会作出这样的推测。

P022旁栏

提示：盐是日常生活中不可缺少的调味品，它的主要成分是NaCl。虽然Na⁺和Cl⁻在细胞的代谢中发挥重要的作用，但它们并不是越多越好。世界卫生组织（WHO）推荐每人每天食盐摄入量以5 g为宜。据《中国居民营养与慢性病状况报告（2015）》显示，虽然我国居民平均每天烹调用盐量在2012年比2002年下降了1.5 g，但还是达到了10.5 g，而且中老年群体食盐消费量明显高于青少年群体。摄入盐过多对人类健康的危害很大。例如，有大量证据表明，增加盐的摄入会增加高血压及其他心血管疾病的患病风险；高盐饮食与骨质疏松症、糖尿病等相关。但是，并不是所有的人都适合低盐饮食，某些疾病患者可能要维持相当水平的盐摄入量。该思考题可以让学生体会到适度与平衡的重要性。