

## CH 4.1 被动运输

Y. K. Fu



1

1

## 本节聚焦

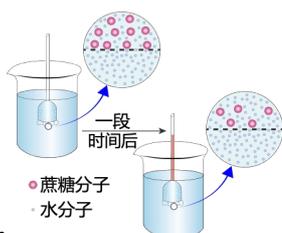
- 细胞在什么情况下吸水或失水？
- 植物细胞的质壁分离与复原现象说明什么？
- 两种被动运输的方式有什么异同？

2

2

## 问题探讨

在一个长颈漏斗的漏斗口外密封上一层玻璃纸，往漏斗内注入蔗糖溶液，然后将漏斗浸入盛有清水的烧杯中，使漏斗内外的液面高度相等。过一段时间后，会出现如图所示现象。



玻璃纸（又叫赛璐玢）是一种半透膜，水分子可以自由透过它，而蔗糖分子则不能。

3

3

## 问题探讨

1.1. 漏斗管内的液面为什么会升高？

烧杯中的水分子进入漏斗中导致漏斗液面升高。事实上半透膜两侧的水分子都能够通过扩散作用自由进出，但由于蔗糖溶液中水的相对含量（单位体积中的水分子数）比烧杯中的水的相对含量低，因此，烧杯中的水扩散到漏斗中的速度比漏斗中的水扩散到烧杯中的速度相对更快些，导致漏斗中水量增加，液面上升。

4

4

## 问题探讨

1.2. 如果漏斗管足够长，管内的液面会无限升高吗？为什么？

如果漏斗管足够长，当管内的液面上升到一定高度之后，管中的水柱产生的压力将加快漏斗中水分向外扩散的速度，最终达到平衡，液面将不再上升。

5

5

## 问题探讨

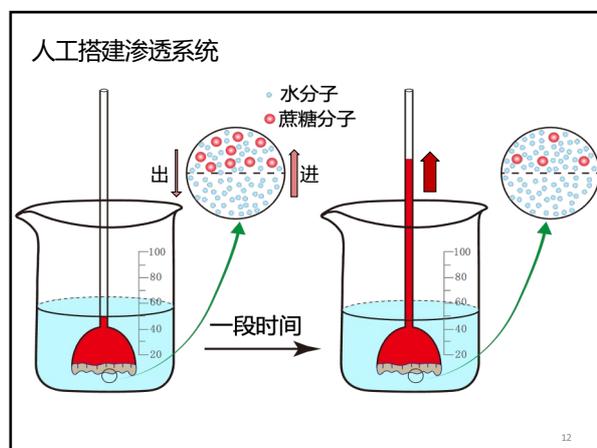
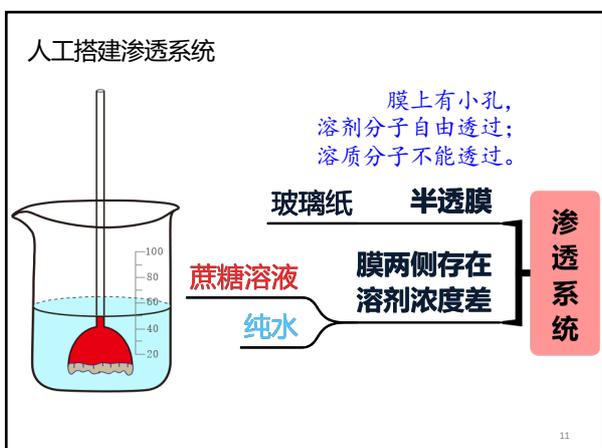
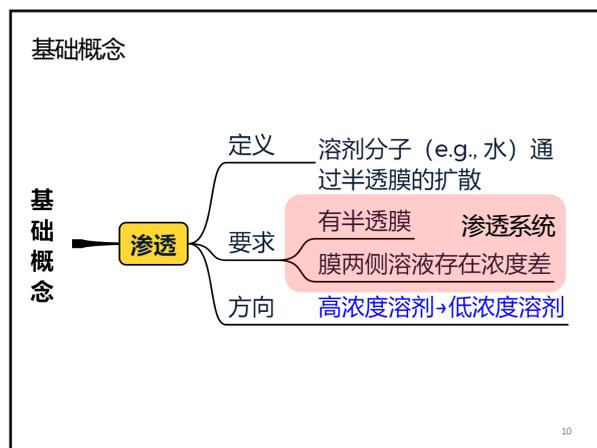
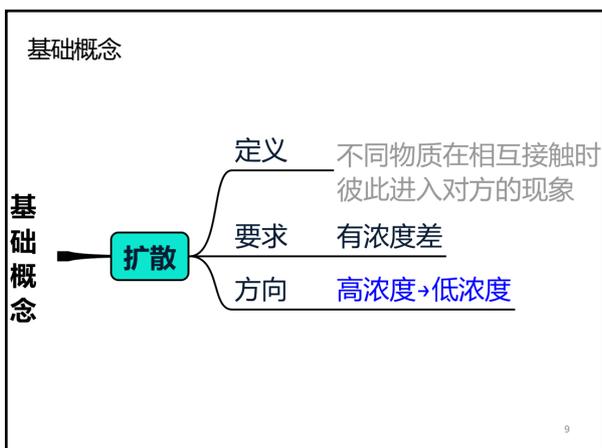
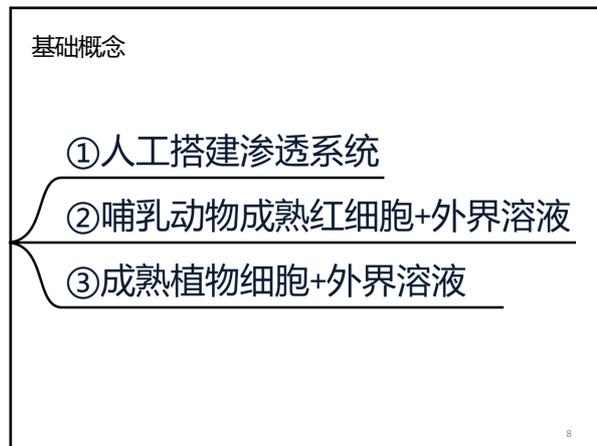
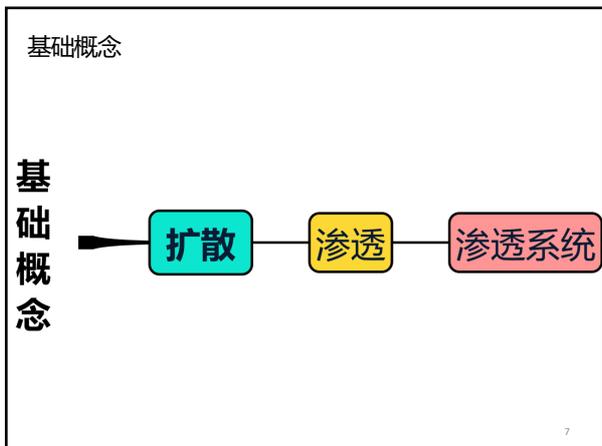
2. 如果用一层纱布代替玻璃纸，还会出现原来的现象吗？  
不会，因为纱布不是半透膜，空隙很大，可溶于水的物质都能够自由通过，包括水分子和蔗糖分子都能通过。

3. 如果烧杯中不是清水？而是同样浓度的蔗糖溶液，结果会怎样？

漏斗中的液面将保持不变。

6

6



## CH 4.1.1.1 基础概念、过程

Q1:  $\Delta h$  随时间变化曲线?

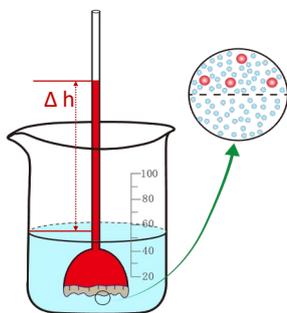
A: 从零逐渐升高至平衡

Q2: 终态  $\Delta h$  与什么有关?

A2: 终态膜两侧浓度差

Q3:  $\Delta h$  变化速率曲线?

A3: 递降至零

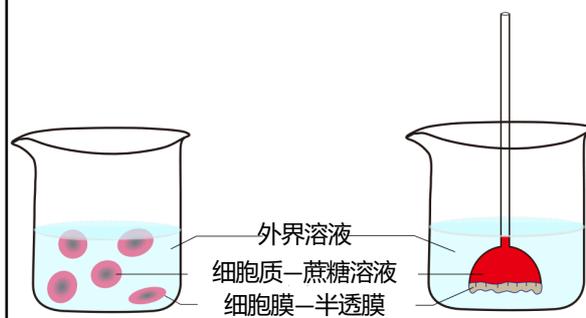


13

13

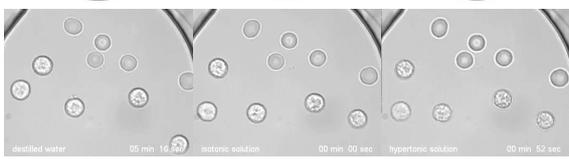
## CH 4.1.1.1 水分进出动物细胞

哺乳动物红细胞与外界溶液组成了一个渗透系统



14

## CH 4.1.1.1 水分进出动物细胞

 $C_{\text{外界溶液}} < C_{\text{细胞质}}$  $C_{\text{外界溶液}} = C_{\text{细胞质}}$  $C_{\text{外界溶液}} > C_{\text{细胞质}}$ 

15

15

## 思考·讨论：水进出哺乳动物红细胞的原理

1. 红细胞内血红蛋白等有机物能够透过细胞膜吗？这些有机物相当于“问题探讨”所示装置中的什么物质？

红细胞中的血红蛋白是大分子有机物，不能透过细胞膜，它相当于“问题探讨”中的蔗糖分子。

2. 红细胞的细胞膜是否相当于一层半透膜？

是（是“相当于”而不是“等同”）。

16

16

## 思考·讨论：水进出哺乳动物红细胞的原理

3. 当外界溶液的浓度低时，红细胞一定会由于吸水而涨破吗？

不一定。因为红细胞吸水膨胀后细胞内液浓度也会下降，如果外界溶液浓度不是很低，有可能细胞内液下降后外界溶液的浓度达到平衡，此时，红细胞将不再吸水。

17

17

## 思考·讨论：水进出哺乳动物红细胞的原理

4. 红细胞吸水或失水取决于什么条件？

取决于红细胞内外溶液的浓度差，一般情况下，浓度差越大时，细胞吸水或失水越多。

5. 想一想临床上输液为什么要用生理盐水。

因为生理盐水的浓度与血浆的浓度基本一致，血细胞不会因为过度吸水或失水而出现形态和功能上的异常。

18

18

CH 4.1.1.2 水分进出植物细胞

成熟植物细胞与外界溶液组成了一个渗透系统

19

探究·实践：探究植物细胞的吸水和失水

材料

- 紫色的洋葱鳞片叶
- 0.3 g/mL蔗糖溶液
- 清水

用具

- 刀片、镊子、滴管、吸水纸
- 载玻片、盖玻片
- 显微镜

20

探究·实践：探究植物细胞的吸水和失水

撕取紫色外表皮  
制备临时装片

1 制片      2 低倍镜观察

有紫色中央大液泡  
原生质层紧贴细胞壁

21

探究·实践：探究植物细胞的吸水和失水

一侧滴入蔗糖溶液  
另一侧吸水纸引流  
重复几次

3 加蔗糖溶液      4 低倍镜观察

液泡变小，颜色加深  
原生质层与细胞壁分离 (质壁分离)  
细胞大小基本不变

22

探究·实践：探究植物细胞的吸水和失水

一侧滴入清水  
另一侧吸水纸引流  
重复几次

5 加清水      6 低倍镜观察

液泡变大，颜色变浅  
原生质层贴近细胞壁 (质壁分离复原)  
细胞大小基本不变

23

探究·实践：探究植物细胞的吸水和失水

•更换溶液时不要取下来临时装片，形成自身对照。

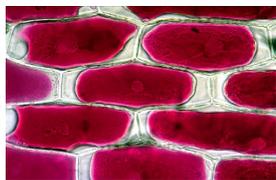
24

## 例题

Q1：仅凭这幅图能否判断细胞正在发生质壁分离？

A1：不能，有三种可能性：

- ①质壁分离
- ②平衡状态
- ③质壁分离复原



25

25

## 例题

Q2：用0.5 g/mL的蔗糖溶液观察到质壁分离现象后，过了一段时间，将蔗糖溶液换成清水，理论上会发生质壁分离的复原，但实际却没有发生，可能是什么原因？

A2：细胞死亡

26

26

## 例题

Q3：某学生将3%的 $KNO_3$ 溶液滴加在载玻片上的洋葱表皮上，观察到了植物细胞的质壁分离现象，1小时后再次观察时却发现细胞质壁分离自动复原了，如何解释？

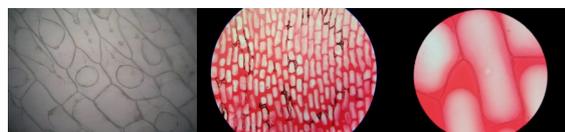
A3：洋葱表皮细胞吸收了 $K^+$ 和 $NO_3^-$

27

27

## 例题

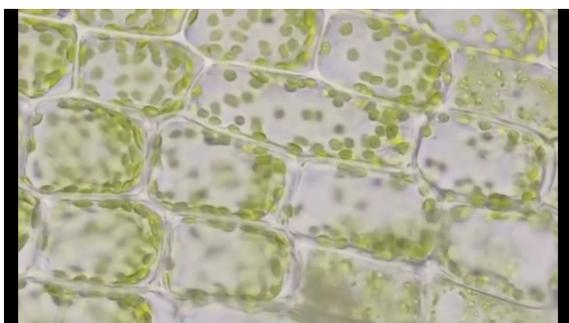
Q4：用紫色洋葱鳞片叶内表皮为实验材料，能观察到质壁分离现象吗？



28

28

## 黑藻叶肉细胞也可以用来观察质壁分离

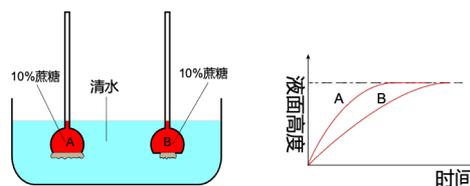


29

29

## 例题

Q1：如图，A漏斗口的玻璃纸面积大于B漏斗的，一段时间后，两个漏斗中的液面会发生怎样的变化？



30

30

**例题**

Q2：如图，A漏斗口的玻璃纸面积**小于**C漏斗的，一段时间后，两个漏斗中的液面会发生怎样的变化？

31

被动运输 ( passive transport )

物质以**扩散**方式进出细胞，不需要消耗细胞内化学反应所释放的能量，这种物质跨膜运输方式称为被动运输。

扩散方式进出细胞

- 溶质 (扩散)
- 溶剂 (渗透)

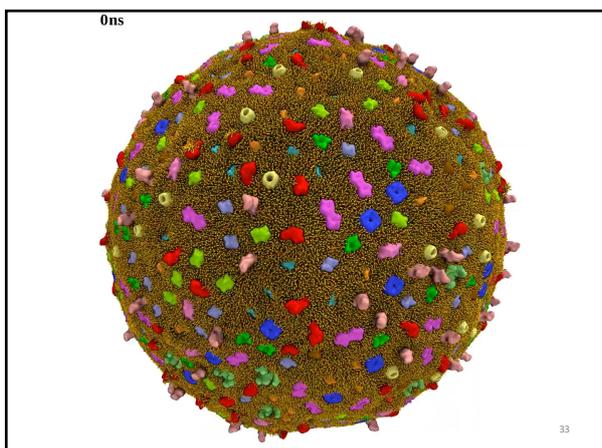
高浓→低浓  
顺浓度梯度 (被动)

不耗能

被动运输

Q：如何跨膜？

32



被动运输 ( passive transport )

被动运输

- 是否借助转运蛋白
  - 否：自由扩散
  - 是：协助扩散

34

自由扩散 ( free diffusion ) / 简单扩散 ( simple diffusion )

物质通过简单的扩散作用进出细胞的方式。

实例

- 气体分子 O<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>
- 脂溶性小分子 甘油、乙醇、苯
- 极性小分子 (特例) 水

方向 顺浓度梯度

影响速率因素 膜两侧浓度差

35

被动运输 ( passive transport )

被动运输

- 是否借助转运蛋白
  - 否：自由扩散
  - 是：协助扩散
    - 载体蛋白
    - 通道蛋白

转运蛋白分类

36

### 载体蛋白

- 只容许与自身**结合部位**相适应的分子或离子通过。
- 每次转运时都会发生**自身构象的改变**。
- 实例：①葡萄糖  
②氨基酸 } 在体内扩散

37

### 通道蛋白

- 只容许与自身**通道直径**和**形状**相适配，大小和电荷相适宜的分子或离子通过。
- 分子或离子通过通道蛋白时，**不需要与其结合**。
- 实例：①钾、钠、钙离子通道  
②水通道

38

### 协助扩散转运蛋白比较

转运蛋白	结合转运对象	改变构象	选择性
载体蛋白	是	是	是
通道蛋白	否	否	是

39

### 协助扩散 ( facilitated diffusion ) / 易化扩散

借助膜上的转运蛋白进出细胞的物质扩散方式

- 转运蛋白**
  - 载体蛋白 e.g., 葡萄糖、氨基酸
  - 通道蛋白 e.g., 水通道、离子通道
- 方向** 顺浓度梯度
- 影响速率因素**
  - 膜两侧浓度差
  - 转运蛋白数量

40

### 被动运输 ( passive transport )

41

### P066旁栏问题

甘油、乙醇等分子为什么能以自由扩散的方式进出细胞？

因为甘油、乙醇等都是脂溶性的物质，与磷脂分子有**较强的亲和力**，容易通过磷脂分子层出入细胞。

42

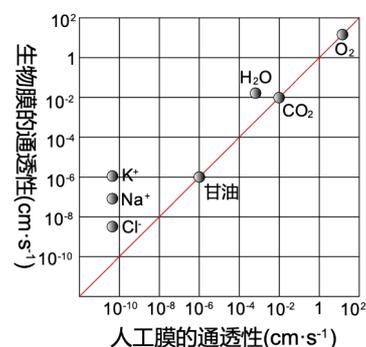
Q：为什么葡萄糖、氨基酸、离子不能自由扩散？

磷脂双分子层是膜的基本支架，其内部是磷脂分子的疏水端，水溶性分子或离子不能自由通过，因具有屏障作用（必修一P045）。

43

43

膜的通透性



44

44

练习与应用：一、概念检测

1. 物质跨膜运输的方式与物质的特点和细胞膜的结构有关。判断下列有关物质跨膜运输的表述是否正确。

- (1) 细胞膜和液泡膜都相当于半透膜 ✓  
 (2) 水分子进入细胞，是通过自由扩散方式进行的 ✗  
 (3) 载体蛋白和通道蛋白在转运分子和离子时，其作用机制是一样的 ✗

45

45

练习与应用：一、概念检测

2. 下列各项无法通过质壁分离实验证明的是 D

- A. 成熟植物细胞的死活  
 B. 原生质层比细胞壁的伸缩性大  
 C. 成熟的植物细胞能进行渗透吸水  
 D. 水分子可以通过通道蛋白进入细胞

46

46

练习与应用：一、概念检测

3. 假如将甲乙两个植物细胞分别放入蔗糖溶液和甘油溶液中，两种溶液溶质的浓度均比细胞液溶质的浓度高，在显微镜下连续观察甲乙两细胞的变化是 B

- A. 甲乙两细胞发生质壁分离后，不发生质壁分离复原  
 B. 甲乙两细胞发生质壁分离，但乙细胞随后又发生质壁分离复原  
 C. 甲乙两细胞发生质壁分离，但甲细胞随后又发生质壁分离复原  
 D. 甲乙两细胞均发生质壁分离，后又均发生质壁分离复原

47

47

练习与应用：二、拓展应用

1. 细胞液中物质的浓度对于维持细胞的生命活动非常重要。现提供紫色洋葱鳞片叶表皮细胞，请设计实验，测定该细胞的细胞液溶质的浓度相当于多少质量分数的蔗糖溶液。写出你的实验思路，并分析其中的基本原理。

可以配制出一系列浓度梯度的蔗糖溶液，将紫色洋葱鳞片叶表皮细胞置于配好的各种浓度的蔗糖溶液中，适当时间后用显微镜观察细胞质壁分离情况。记录刚好发生质壁分离的细胞所用的蔗糖溶液浓度，以及刚好尚未发生质壁分离的细胞所用的蔗糖溶液浓度，据此推算出细胞液溶质浓度应介于这两个浓度之间。

48

48

### 练习与应用：二、拓展应用

2. 温度变化会影响水分通过半透膜的扩散速率吗？请你提出假设，并设计检验该假设的实验方案。

假设：温度变化会影响水分通过半透膜的扩散速率设计实验。设计实验提示：可以借用本节问题探讨中的渗透装置进行实验。将该渗透装置于不同温度的环境中,通过比较不同温度下漏斗管液面上升速度的快慢，判定温度是否影响水分子的扩散速度，实验中要注意排除各种无关变量的干扰，如置于不同温度中的漏斗内的蔗糖溶液的量 and 浓度必须相等,以确保实验的准确性。

49