



基础化学

溶液

潘沛玲

学习目标

- 1.掌握：溶液组成标度表示方法；渗透现象产生的条件；渗透压在医学上的意义。
- 2.熟悉：分散系的概念及分类；渗透压与浓度、温度的关系及其计算。
- 3.了解：质量分数及体积分数及其计算。
- 4.能力要求：正确判断高渗液、等渗液和低渗液及其渗透方向，并应用于输液等医学实践；应用等渗原理解释溶血、水中毒和水肿现象等。

第一节分散系

一、分散系的概念

二、分散系的分类



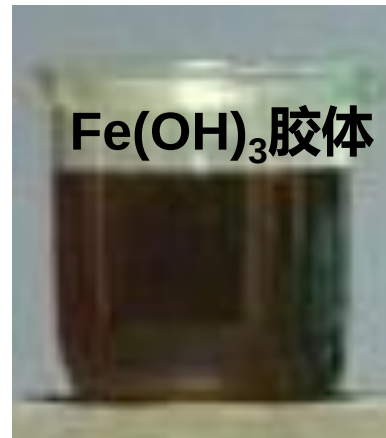
水



CuSO_4



鸡蛋清



$\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体



泥沙水

分散系

把一种或几种物质以分子、离子或其聚集体的状态分散在另一种物质中所构成的体系称为分散系；被分散的物质称为分散相或分散质（B）；容纳分散相的物质称为分散介质或分散剂(A)。

葡萄糖
 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

H_2O



分散相

分散剂



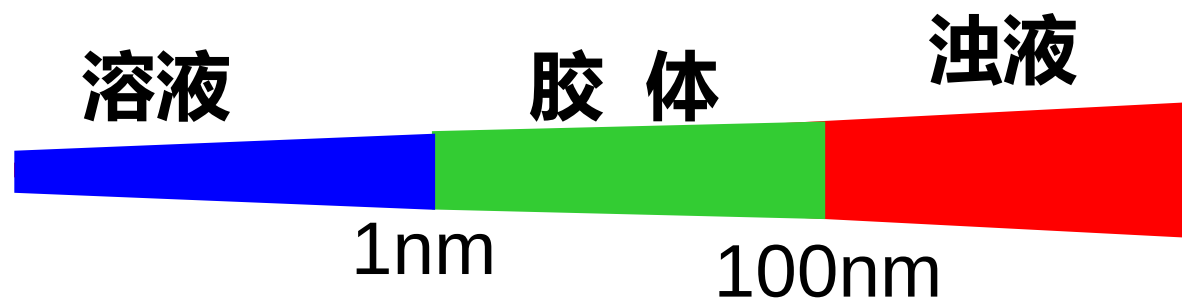
碘
 I_2

乙醇
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

常见的分散系

B/ A	气态	液态	固态
气体			
液态			
固态			

分散质颗粒直径



溶液	$< 1\text{nm}$
胶体	$1 \sim 100\text{nm}$
浊液	$> 100\text{nm}$

根据分散相粒子直径大小分类

分散系的类型

类型	直径 Φ /nm	实例	
离子 分子 分散系	$\Phi < 1$	CuSO_4 溶液 医用酒精 生理盐水	 均匀 稳定 透明
胶体 分散系	$1 < \Phi < 100$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶胶 AgI 溶胶 As_2S_3 溶胶 蛋白质溶液	 不均匀 较稳定 较透明
粗 分散系	$\Phi > 100$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀 泥浆水 烟尘、豆浆等	 不均匀 不稳定 不透明

根据分散相粒子直径大小分类

分散系的类型与特征

分散系类型		分散相组成	分散相 粒子直径	特征
分子和离子 分散系	真溶液	低分子或离子	<1nm	均相、透明、均匀 稳定、不沉降
胶体分散系	溶胶	分子、离子或 原子的聚集体	1nm~100nm	非均相、不均匀、有相对 稳定性、不易沉降
	高分子 溶液	单个高分子	1nm~100nm	均相、透明、均匀、 稳定、不沉降
粗分散系	悬浊液	固体颗粒	>100nm	非均相、不透明、 不均匀
	乳浊液	液体小滴	>100nm	不稳定、能自动分层

生活中的分散系

气溶胶

白云



液溶胶



固溶胶



有色玻璃



第二节溶液组成标度

一、物质的量浓度

二、质量浓度

三、质量分数

四、体积分数

溶液是由两种或两种以上的物质混合在一起，形成的均匀、稳定、透明的分散系。



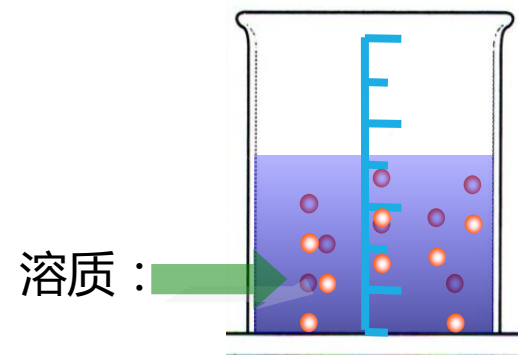
分散系溶液	分散相溶质（B）	分散剂溶剂（A）
溶质（B）	被溶解的物质；	能溶解其它物质的物质；
溶剂（A）	溶解前后状态改变	溶解前后物质状态不变

溶液组成标度——溶液的浓度

表示方法 $\frac{\text{溶质 (B)}}{\text{溶剂 (A)}}$ 溶质 (A) $\Leftrightarrow$ 溶剂 (B)

1. $\frac{\text{溶质的量(B)}}{\text{溶剂的量(A)}} \text{ 或 } \frac{m_B}{m_A} \text{ 或 } \frac{n_B}{n_A} \text{ 或 } \frac{V_B}{V_A}$

2. $\frac{\text{溶质的量(B)}}{\text{溶液的量(A + B)}} \text{ 或 } \frac{m_B}{V} \text{ 或 } \frac{n_B}{V} \text{ 或 } \frac{V_B}{V_A + V_B}$



你能说出日常生活中常见的几种浓度吗？

特级酱油：氨基酸态氮
 $\geq 0.8\text{g}/100\text{ml}$

亚麻籽油：脂肪
 $\geq 100\text{g}/100\text{ ml}$

米醋：乙酸 $\geq 5.5\text{g}/100\text{ ml}$

白酒：乙醇 $\geq 70\text{ml}/100\text{ ml}$

啤酒：乙醇 $\geq 5\text{ml}/100\text{ ml}$

牛奶：乙醇 $\geq 3.1\text{g}/100\text{ ml}$



你能说出医学上常见的几种浓度吗？



肇庆医学高等专科学校附属医院生化检验单

试管号:

科 姓名 性别 年龄 岁 诊号/住院号 住 床

临床诊断:

组合项目			单项项目	
1	肝功 2 项	ALT+AST	13	葡萄糖GLU
2	肝功酶+蛋白	ALT+AST+ γ -GT+ALP+TBA+总蛋白	14	尿酸UA
3	胆红素+酶	胆红素+PA+ADA+AFU+CHE	15	淀粉酶AMY
4	肾功 5 项	CO ₂ +BUN+Cr+UA+ β 2-MG	16	胆碱脂酶CHE
5	肾功 6 项	肾功 5 项+胱抑素C	17	B型钠尿肽BNP
6	电解质	钾钠氯钙	18	心肌钙蛋白IcTnl
7	血脂 4 项	TCH+TG+HDL-C+LDL-C	19	血沉 ESR
8	血脂 7 项	血脂 4 项+脂蛋白A1Ba	20	糖化血红蛋白
9	心肌酶 5 项	LDH+CK+CKMB+HBDH+IMA	21	
10	心梗 4 项	肌红蛋白Myo+cTnI+CK-MB+IMA	22	
11	风湿三项	ASO+RF+UA	23	
12			24	

送检医生:

检验者:

审核者:

送检日期: 201 年 月 日

检验日期: 20 1年 月 日

(本检验结果仅对标本负责)

肇庆医学高等专科学校
Zhaoqing medical college

肇庆医学高等专科学校附属医院检验报告单

标本号: 9

姓名: 

病人类型: 住院

床号: 17

检验日期: 2019/12/31

性别: 女

住院号: 

诊断:

标本类型: 血

年龄: 93 岁

科 室: 老年病科

备注: 本检验结果仅对本标本负责

代号	项 目	结 果	单 位	参 考 值	代号	项 目	结 果	单 位	参 考 值
AST	谷草转氨酶	19.4	U/L	0--49	HDL	高密度脂蛋白	1.34	mmol/L	1.04--1.94
ALT	谷丙转氨酶	14.7	U/L	0--49	LDL	低密度脂蛋白	2.40	mmol/L	2.07--3.8
ALP	碱性磷酸酶	41.0	U/L	26--117	LPa	脂蛋白(a)	118.0	mg/L	0--300
GGT	谷氨酰氨转移酶	11.3	U/L	7--40	APOA	载脂蛋白A	1.24	g/L	1--1.6
TBA	总胆汁酸	3.9	umol/L	0--15	APOB	载脂蛋白B	0.77	g/L	0.6--1.1
TP	总蛋白	57.0 ↓	g/L	60--80	HBDH	α-羟丁酸	129.0	U/L	72--185
ALB	白蛋白	36.5	g/L	35--55	LDH	乳酸脱氢酶	299.0 ↑	U/L	100--245
GLB	球蛋白	20.5 ↓	g/L	23--36	CK	肌酸激酶	113.0	U/L	25--200
A/G	白球比	1.8		1.5--2.5	CKMB	肌酸酶同功酶	8.4	U/L	0--25
CO2	二氧化碳结合率	24.5	mmol/L	20--29	IMA	缺血修饰白蛋白	78.2 ↑	U/ml	0--77.6
BUN	尿素	5.25	mmol/L	1.7--7.3	cTnI	心肌钙蛋白I	0.100	ng/ml	0--0.15
UA	尿酸	384 ↑	umol/l	142--339	NT-pro	N端脑钠肽前体	>6000.0	pg/ml	0--250
CREA	肌酐	93	umol/L	44--108	K	钾	3.66	mmol/L	3.5--5.3
B2-mG	B2-微球蛋白	3.95 ↑	mg/L	0.4--2.2	NA	钠	138.7	mmol/L	135--147
CYC-S	胱抑素C	2.11 ↑	mg/L	0.55--1.55	CL	氯	99.2	mmol/L	95--105
TG	甘油三酯	0.98	mmol/L	0.4--2.15	CA	钙	2.23	mmol/L	2.1--2.8
CHOL	总胆固醇	3.98	mmol/L	2.1--6.1					



物质的量浓度

物质的量浓度，可以简称为浓度，是溶液中溶质的物质的量 n_B （B表示溶液中的溶质）与溶液体积 V 之比，符号为 c_B 。即：

$$c_B = \frac{n_B}{V}$$

物质的量浓度的国际单位是 mol/m^3 ，医学常用单位是 mol/L 或 mmol/L 。

例 100mL 正常人的血清中含有 100mg 葡萄糖，计算正常人血清中葡萄糖的物质的量浓度（用 mmol/L 表示）。

解：已知 $V = 100\text{ mL} = 0.10\text{ L}$ ，葡萄糖的摩尔质量为 180g/mol 。

$$\begin{aligned}c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) &= \frac{n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)}{V} = \frac{m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)/M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)}{V} \\&= \frac{100\text{mg}/(180\text{g/mol})}{0.10\text{L}} = 5.6\text{mmol/L}\end{aligned}$$

答：正常人血清中葡萄糖的物质的量浓度为 5.6mmol/L 。

质量浓度

质量浓度是溶液中溶质的质量 m_B 与溶液体积 V 之比，符号为 ρ_B 。即：

$$\rho_B = \frac{m_B}{V}$$

质量浓度的国际单位是 kg/m^3 ，医学上常用单位是 g/L 或 mg/L 。

例 100 mL生理盐水中含有0.90 g NaCl, 计算生理盐水的质量浓度。

解：已知 $V = 100 \text{ mL} = 0.10 \text{ L}$

$$\rho_{NaCl} = \frac{m_{NaCl}}{V} = \frac{0.90 \text{ g}}{0.10 \text{ L}} = 9.0 \text{ g/L}$$

答：生理盐水的质量浓度为9.0 g/L。

质量分数

质量分数是指溶液中溶质质量 m_B 与溶液质量 m 之比，符号为 ω_B 。即：

$$\omega_B = \frac{m_B}{m}$$

质量分数可用小数表示，也可用百分数表示。例如，市售浓硫酸的 $\omega(H_2SO_4) = 0.98$ 或98%。

例 100g质量分数为0.98的浓硫酸含有纯硫酸多少克?

解: 已知 $m = 100g$, $\omega (H_2SO_4) = 0.98$

$$\begin{aligned} m (H_2SO_4) &= \omega (H_2SO_4) m \\ &= 0.98 \times 100g = 98g \end{aligned}$$

答: 100g质量分数为0.98的浓硫酸含有纯硫酸98g。

例题 求500克生理盐水注射液
中氯化钠的质量是多少克？

解： 已知某生理盐水的
质量分数为0.9%，

$$\omega_B = \frac{m_B}{m}$$

$$\begin{aligned} m_B &= \omega_B \times m \\ &= 0.9\% \times 500 \\ &= 4.5g \end{aligned}$$



体积分数

对于溶质为液体的物质来说，常用溶质的体积（ V_B ）与溶液体积（ V ）之比来表示溶液的浓度，这种溶液浓度叫做体积分数，符号为 φ_B 。即：

$$\varphi_B = \frac{V_B}{V}$$

体积分数也既可用小数表示，也可用百分数表示。如，市售药用酒精的 $\varphi_{C_2H_5OH} = 0.95$ 或95%；医用消毒酒精的 $\varphi_{C_2H_5OH} = 0.75$ 或75%；擦浴酒精的 $\varphi_{C_2H_5OH} = 0.30 \sim 0.50$ 或30%~50%。

拓展：临床血液检验指标之一的血细胞体积分数
（即红细胞在全血中所占的体积分数，临床上称为
血细胞比容）正常值范围为0.37-0.50。

例如：

欲配制消毒酒精500ml，请问需要无水乙醇多少毫升？

解：已知 消毒酒精的浓度为， $\varphi_{\text{酒精}}=0.75=75\%$

根据 $\varphi_B = \frac{V_B}{V}$

得 $V_B = \varphi_B \times V = 0.75 \times 500 = 375ml$

量取375ml无水乙醇，用水稀释至500毫升，混匀即可

溶液组成标度的换算

1. c_B 与 ρ_B 换算

注意单位要统一

$$c_B = \frac{n_B}{V} = \frac{m_B}{M_B V} = \frac{\rho_B}{M_B} \qquad \rho_B = c_B \times M_B$$

2. c_B 与 ω_B 换算：

$$c_B = \frac{\rho \times \omega_B \times 10^3}{M_B}$$

3. ρ_B 与 ω_B 换算：

$$\rho_B = \frac{m_B}{V} = \frac{m_B \times \rho}{m} = \omega_B \times \rho$$



已知浓硫酸的 ω_B 为0.980，密度为1.84 g/ml，求浓硫酸的① c_B ；② 500ml该硫酸溶液含纯硫酸的质量是多少克？

解①
$$c_B = \frac{\rho \times \omega_B \times 10^3}{M_B} \quad c_B = \frac{1.84 \times 0.98 \times 10^3}{98.0} = 18.4 \text{ mol/L}$$

②
$$\rho_B = c_B \times M_B$$

$$\rho_B = 18.4 \times 98 = 1803.2 \text{ g/L}$$

方法一

$$\begin{aligned} m_B &= \rho_B \times V = 1803.2 \times 0.5 \\ &= 901.6 \text{ g} \end{aligned}$$

方法二

$$\begin{aligned} m_B &= \omega_B \times V \times \rho \\ &= 0.98 \times 0.5 \times 1.84 \times 10^3 \\ &= 901.6 \text{ g} \end{aligned}$$



市售浓盐酸的质量分数为0.37，密度为1.17 g/ml，求浓盐酸的①物质的量浓度；②质量浓度是多少？500ml该盐酸溶液含纯HCl的质量是多少克？

解①：

$$c_B = \frac{\rho \times \omega_B \times 10^3}{M_B}$$
$$c_B = \frac{1.17 \times 0.37 \times 10^3}{36.5} = 11.86 \text{ mol/L}$$

②：

$$\rho_B = \frac{m_B}{V} = \frac{m_B \times \rho}{m} = \omega_B \times \rho$$

$$\begin{aligned}\rho_B &= 0.37 \times 1.17 \times 10^3 \\ &= 432.9 \text{ g/L}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}m_B &= \omega_B \times \rho \times V \\ &= 0.37 \times 1.17 \times 0.5 \\ &= 216.5 \text{ g}\end{aligned}$$

(Hydrochloric)	盐	技术要求：
	酸	
2500ml	含 量 (HCl)	35-38%
	外 观	合格
杂质最高含量(指标以%计)		
	灼烧残渣(以硫酸盐计)	≤0.0005
	游 离 氯 (Cl ₂)	≤0.0001
	硫 酸 盐 (SO ₄)	≤0.0002
	亚硫酸盐 (SO ₃)	≤0.0002
	铁 (Fe)	≤0.00005
	铜 (Cu)	≤0.00001
	砷 (As)	≤0.00005
	锡 (Sn)	≤0.0002

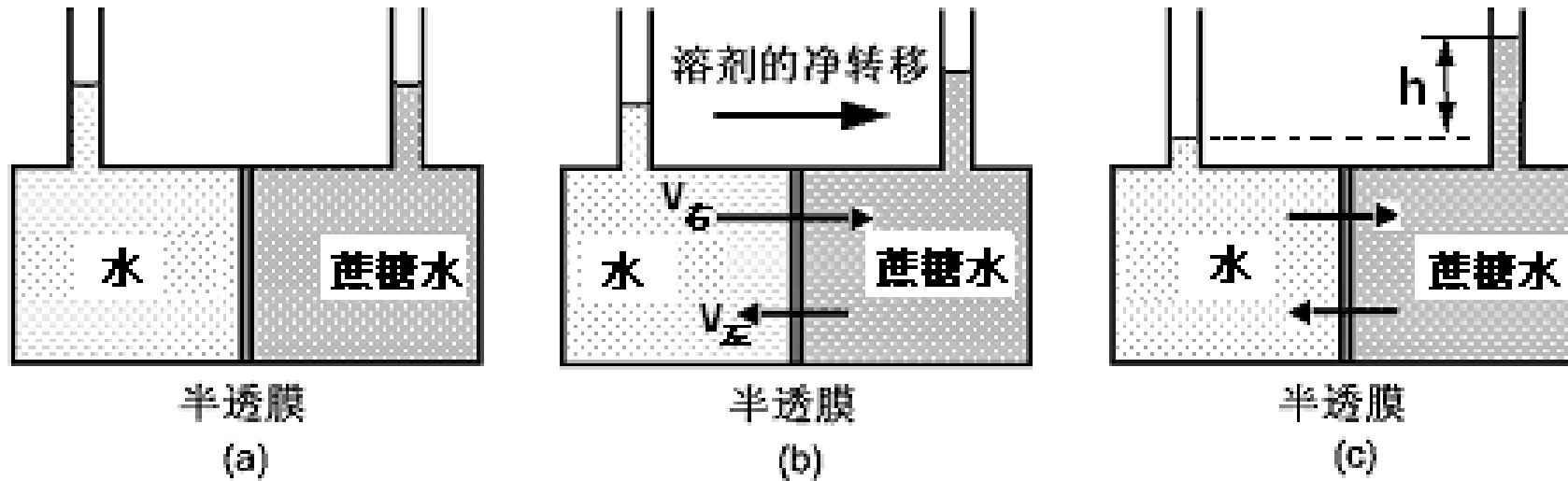
第三节溶液的渗透压

一、渗透现象

二、渗透压

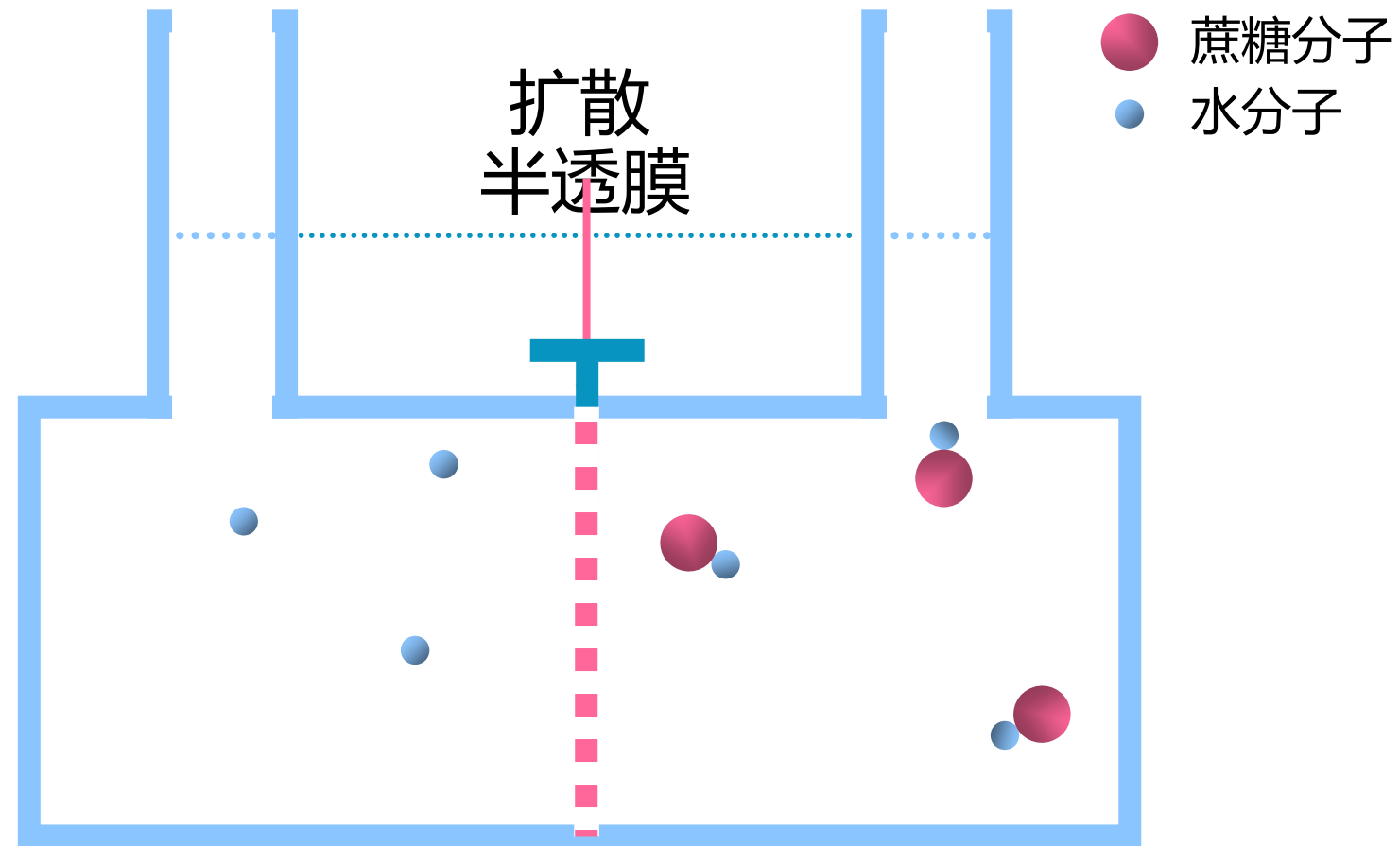
三、等渗、低渗 高渗溶液

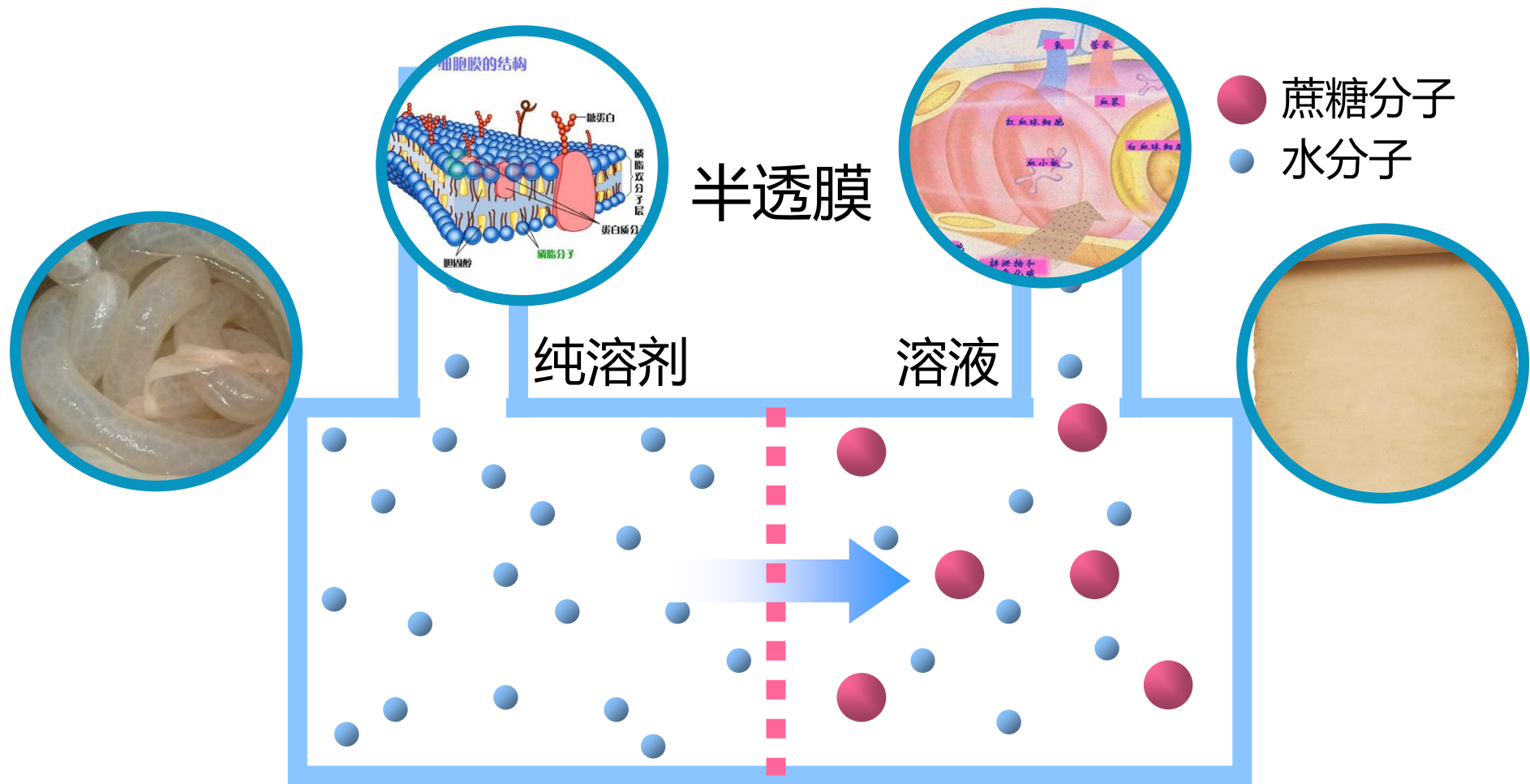
渗透现象



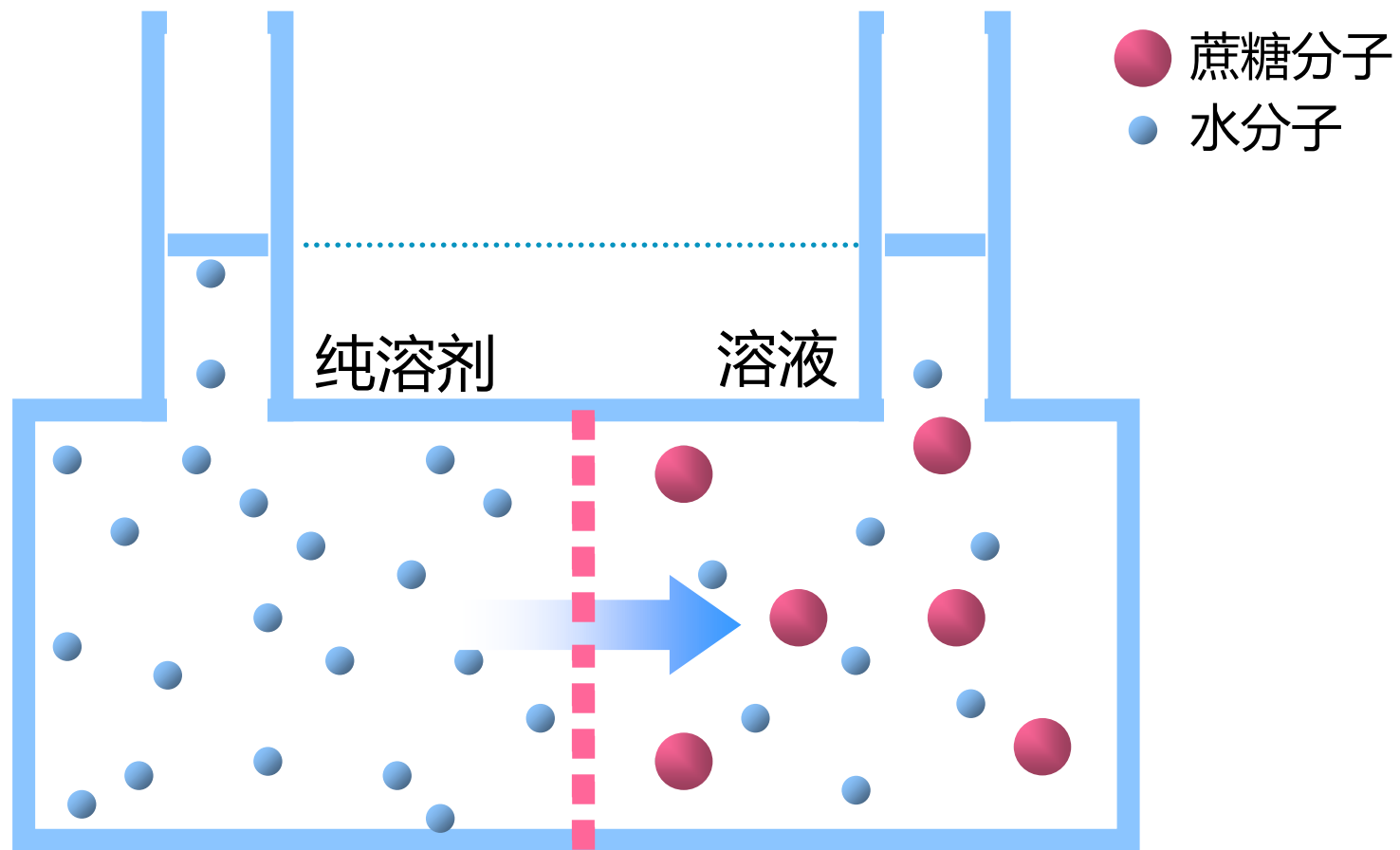
溶剂分子透过半透膜由纯溶剂（或稀溶液）进入溶液（或浓溶液）的自发过程称为渗透现象。不同浓度的两种溶液被半透膜隔开时都有渗透现象发生。

渗透现象

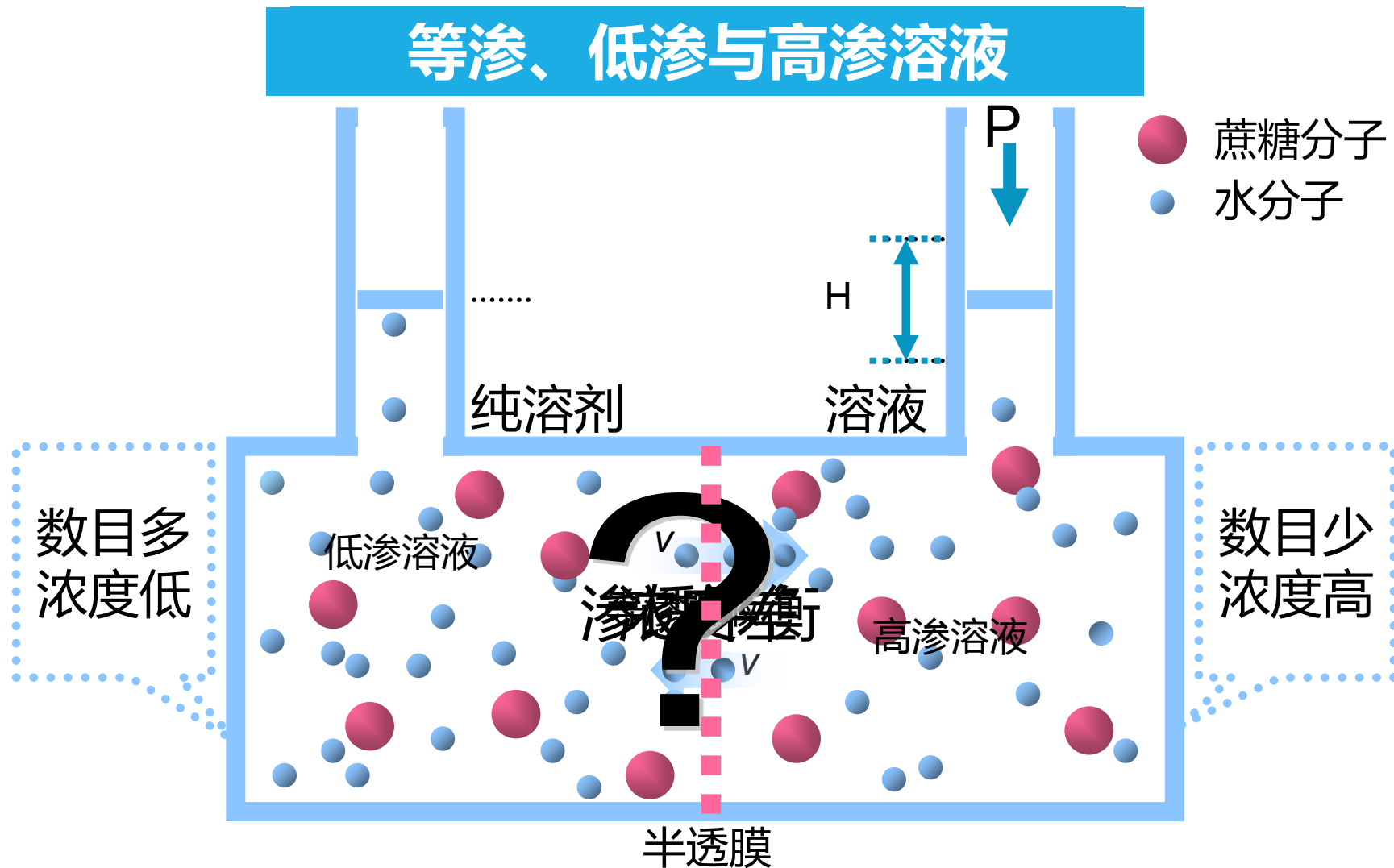




半透膜是只允许某些物质（小分子、离子）自由通过，而不允许另一些物质（大分子）透过的薄膜。



溶剂分子通过半透膜从纯溶剂（稀溶液）进入稀溶液（浓溶液）的现象，叫渗透现象。



一定温度下，将溶液与纯溶剂用半透膜隔开，能够阻止渗透现象发生的压力称为该溶液的渗透压。用符号 P 表示，其单位为Pa或kPa。

知识链接

渗透压在生命科学中的意义

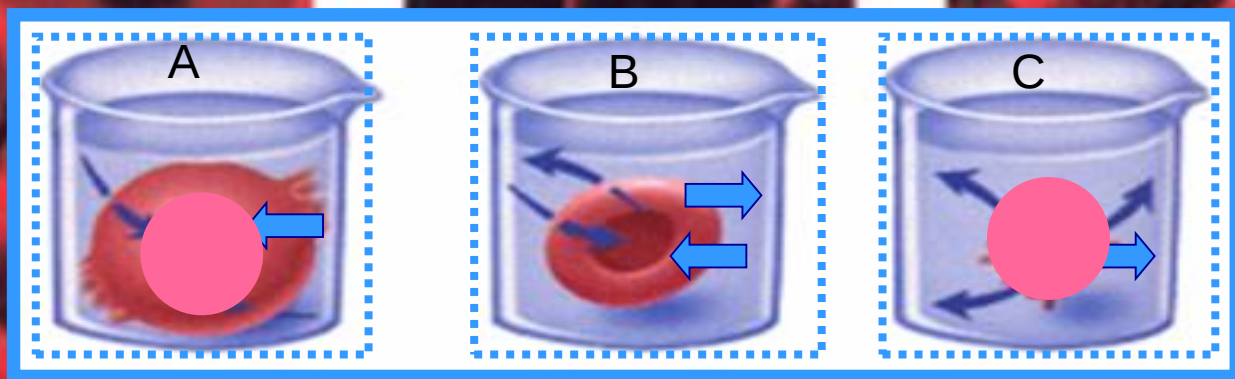
你能用渗透的知识解释吗？



A：低渗溶液

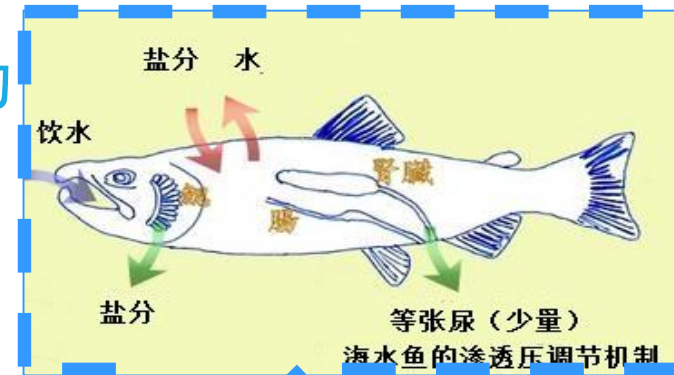
B：等渗溶液

C：高渗溶液



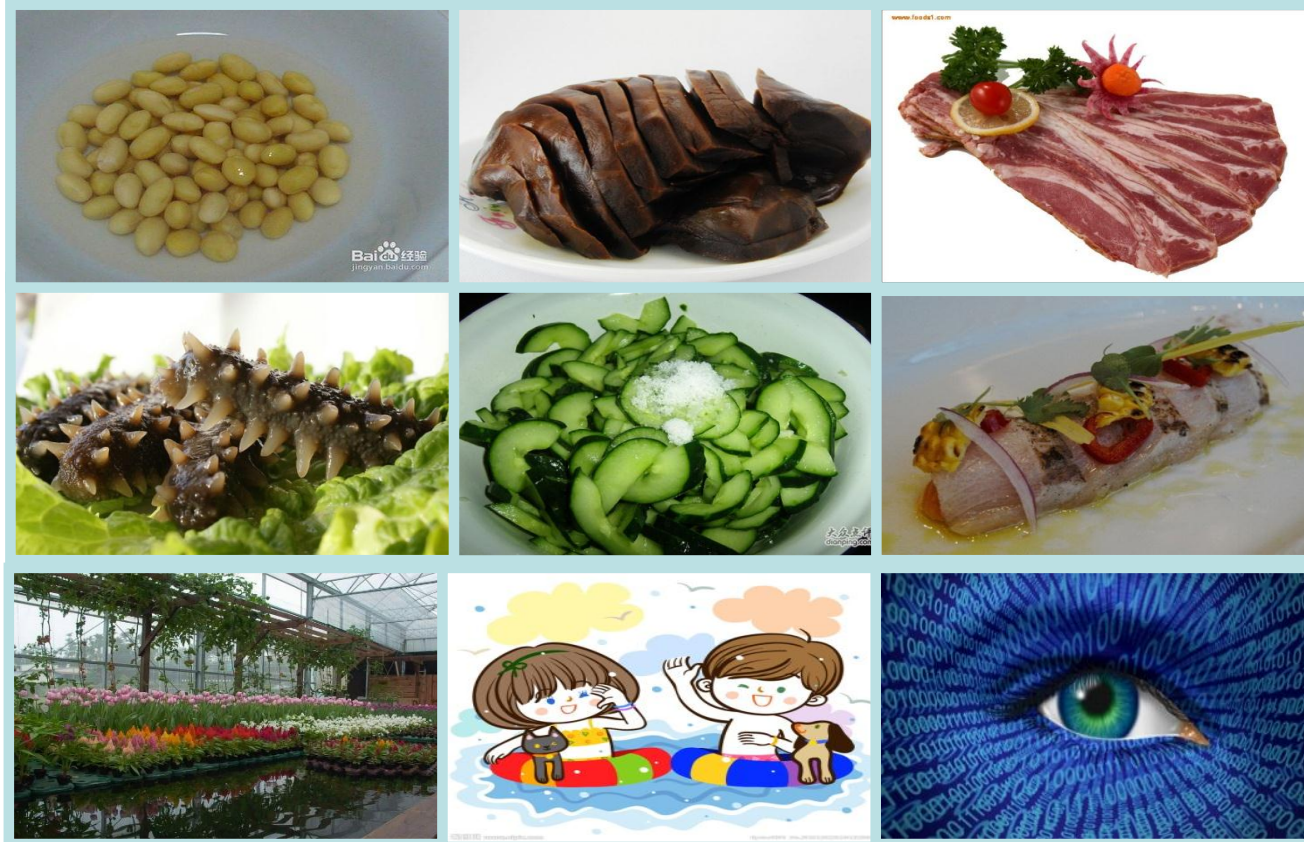
红细胞在不同溶液中的形态图

热带鱼在淡水为何不易生存？



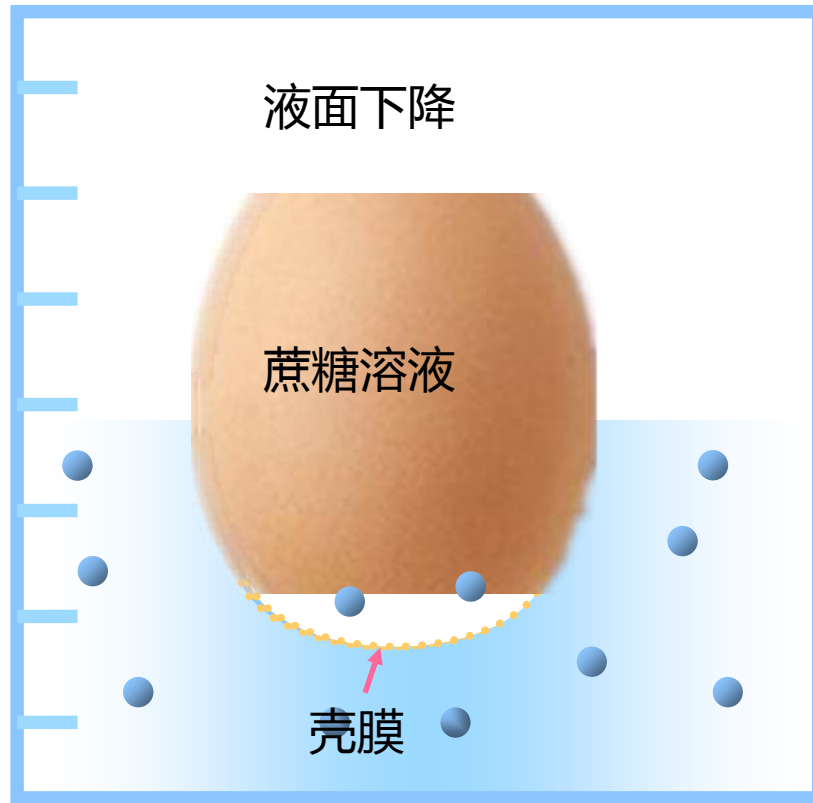
热带鱼在淡水中其渗透平衡被破坏，故难以生存！

你能解释图片中暗含的渗透现象吗？

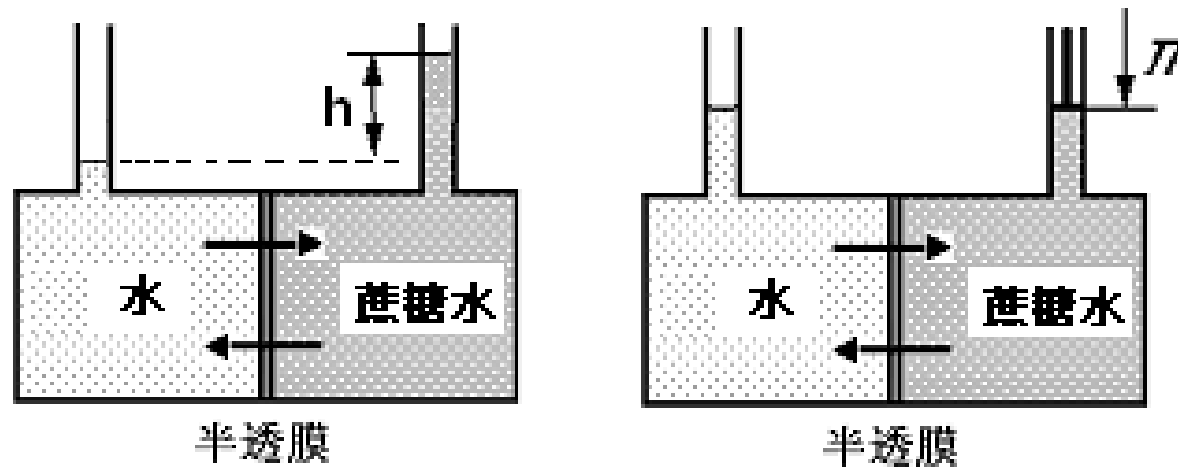


- 1.煎鱼时先抹点盐腌一会，可以防止粘锅。
- 2.使用过期眼药水会导致眼睛干涩。

在一端壳膜保存完好的洁净鸡蛋空壳内，加入一定浓度蔗糖溶液，再浸泡到一定量纯水中，请问纯水液面会有何变化？

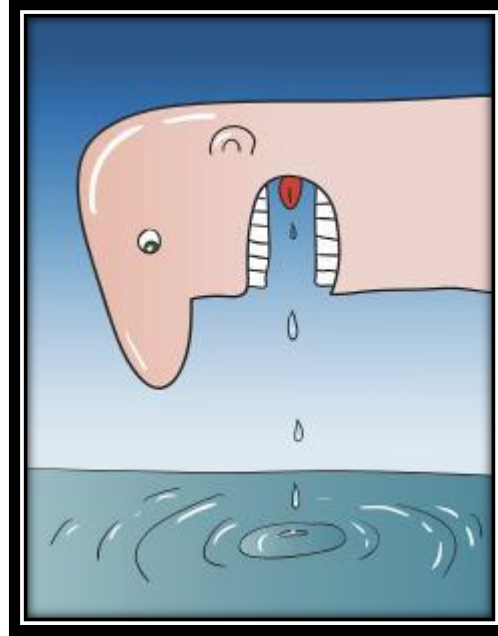


渗透压



如果刚开始就在蔗糖水溶液的一侧施加一定压力，恰好阻止上述渗透现象发生，则把此时在溶液液面上所施加的压力 π 称为该溶液的渗透压。

吃了太咸的东西为何会口渴？



因为太咸的东西含盐量高，盐浓度比细胞液的浓度大，导致细胞内外渗透平衡被破坏，细胞失水，故会产生口渴！

渗透压定律

范特荷夫定律

1886年，范特荷夫根据实验数据得出有关稀溶液渗透压的规律：

在一定温度下，难挥发非电解质稀溶液的**渗透压**与溶液的**浓度**成正比，而与溶质本性和种类无关。

$$\Pi = c_B RT$$



荷兰化学家范特荷夫

1901年，获得首届诺贝尔化学奖

结论

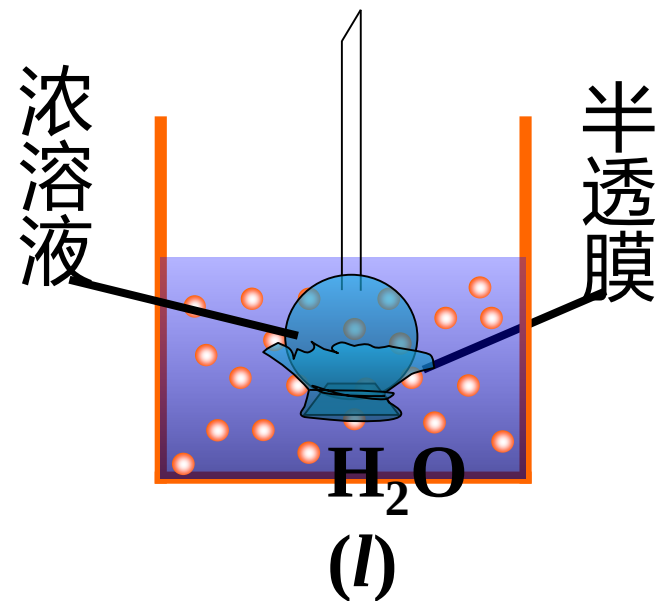
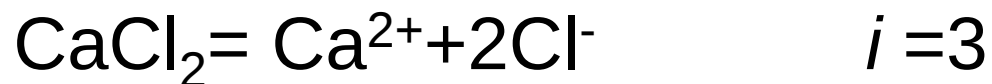
在一定温度下，难挥发非电解质稀溶液的**渗透压**只与单位体积溶液中所含溶质数目成**正比**，而与溶质本性和种类无关，这种性质也称为稀溶液的依数性。

渗透压公式

对电解质溶液， n 近似为溶质离子的物质的量的总数。

渗透压公式为： $\Pi = cRT$ $\Pi = icRT$

或
$$\Pi = \frac{\sum n_i}{V} RT = i c_B RT$$



渗透浓度 (c_{os})

溶液中能产生渗透效应的各种溶质微粒（渗透活性物质，分子和离子）的总浓度，称为渗透浓度。
单位：mmol/L；mol/L；

对于非电解质溶液

$$c_{os} = c_B$$

对于电解质溶液

$$c_{os} = i c_B$$

问题：葡萄糖与氯化钠溶液浓度相同，产生的渗透压是否相同。

推论：在相同条件下，稀溶液渗透浓度相同，则产生的渗透压相同。

正常人血浆、组织间液和细胞内液中各种溶质的渗透浓度

渗透活性物质	血浆中浓度 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$	组织间液中浓度 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$	细胞内液中浓度 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$
Na^+	144	37	10
K^+	5	4.7	141
Ca^{2+}	2.5	2.4	
Mg^{2+}	1.5	1.4	31
Cl^-	107	112.7	4
HCO_3^-	27	28.3	10
HPO_4^{2-} H_2PO_4^-	2	2	11
SO_4^{2-}	0.5	0.5	1
磷酸肌酸			45
肌肽			14
氨基酸	2	2	8
肌酸	0.2	0.2	9
乳酸盐	1.2	1.2	1.5
三磷酸腺苷			5
一磷酸己糖			3.7
葡萄糖	5.6	5.6	
蛋白质	1.2	0.2	4
尿素	4	4	4
c_{os}	303.7	302.2	302.2



例 计算 $50.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液和 $9\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 生理盐水溶液的渗透浓度

解：葡萄糖为非电解质， $i=1$ ；NaCl为强电解质， $i=2$ ，根据题意得：

$$c_{os,C_6H_{12}O_6} = \frac{\rho_{C_6H_{12}O_6}}{M_{C_6H_{12}O_6}} = \frac{50.0\text{g/L}}{180\text{g/mol}} = 0.278\text{mol/L} = 278\text{mmol/L}$$

$$c_{os,NaCl} = 2 \times c_{NaCl} = 2 \times \frac{9.0\text{g/L}}{58.5\text{g/mol}} = 0.304\text{mol/L} = 304\text{mmol/L}$$

答： $50.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液的渗透浓度为 278mmol/L ， $9\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 生理盐水溶液的渗透浓度为 304mmol/L 。

等渗、低渗和高渗溶液

渗透压相等的两种溶液，称为等渗溶液；渗透压不等的两种溶液，其中渗透压高的称为高渗溶液，渗透压低的称为低渗溶液。

临床上规定血浆总渗透浓度正常范围是280~320 mmol·L⁻¹，规定：

280~320 mmol·L⁻¹

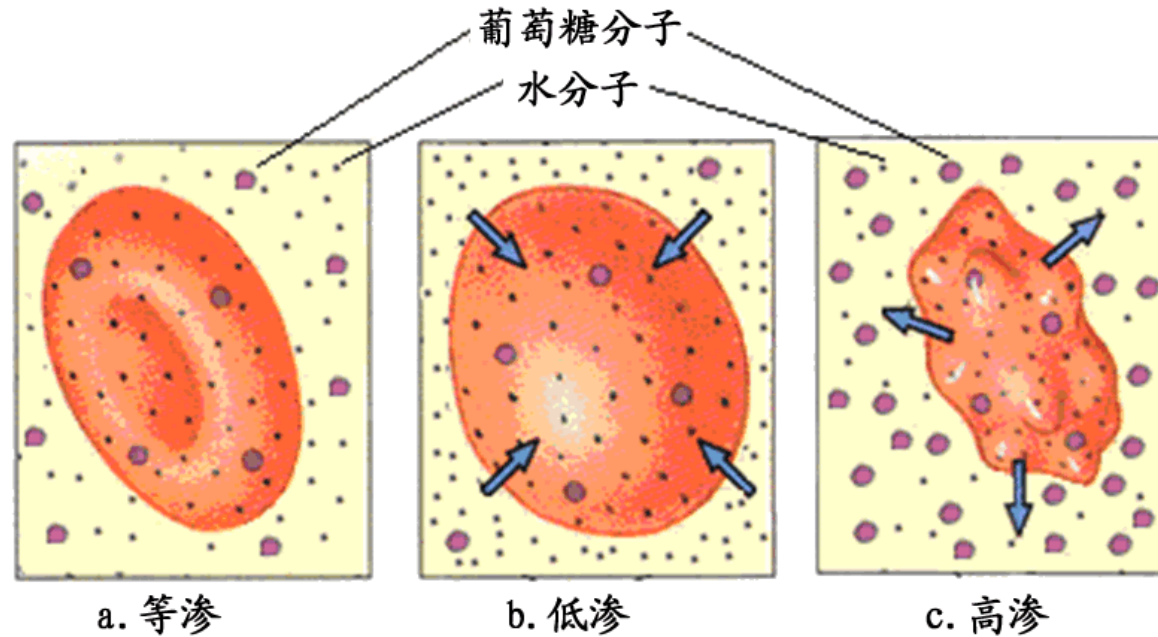
等渗溶液

小于280 mmol·L⁻¹

低渗溶液

大于320 mmol·L⁻¹

高渗溶液



临床上给病人大量补液时，遵循**等渗**基本原则。

红细胞在不同溶液中的形态不同！

晶体渗透压和胶体渗透压

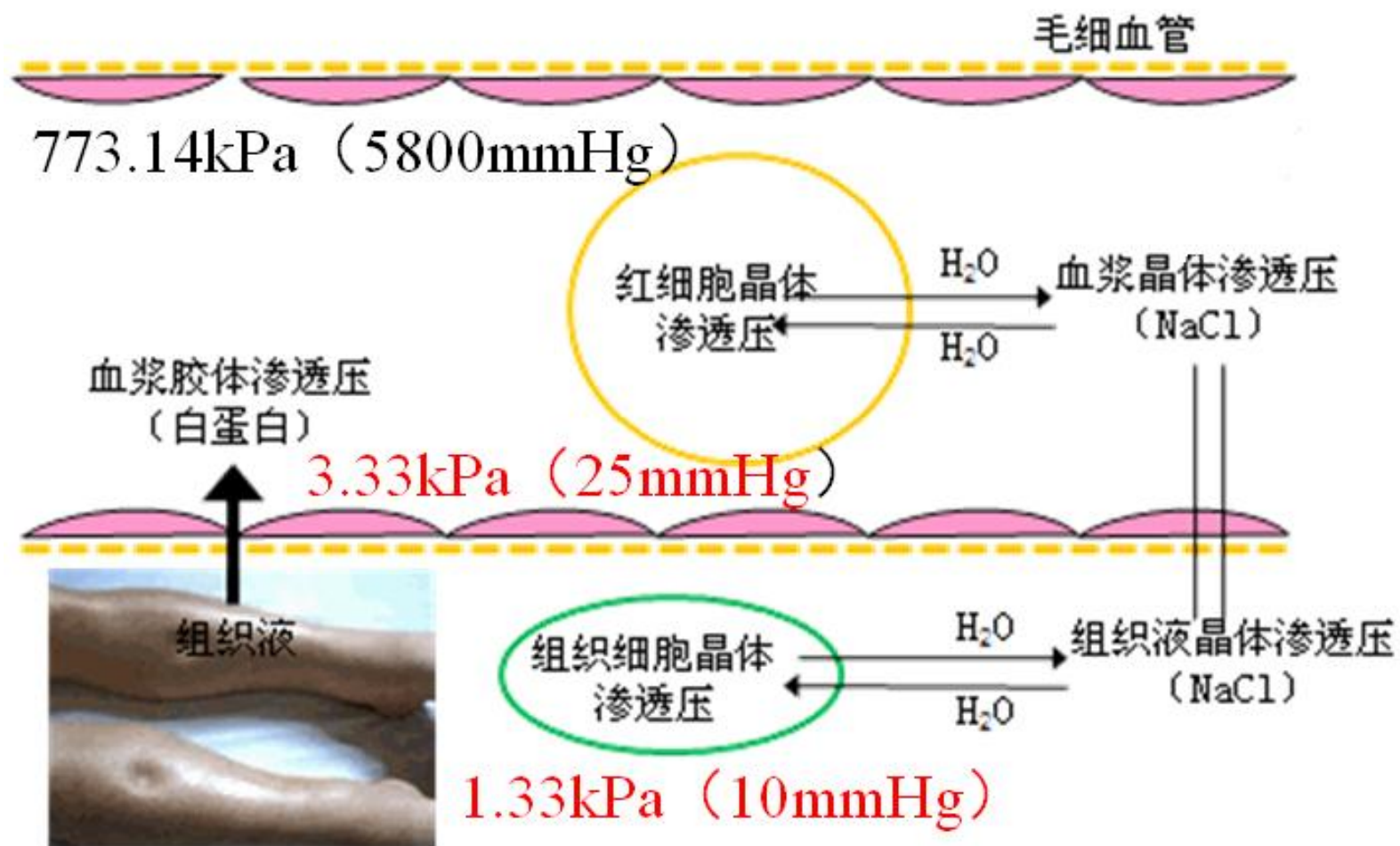
晶体渗透压：多种电解质离子和有机小分子物质产生的渗透压。

毛细血管			
血浆	大小	产生离子	作用
1.晶体渗透压 /kPa	766 (7.5g L ⁻¹)	K ⁺ 、Na ⁺ 、Ca ²⁺ 、Mg ²⁺ 、 HCO ₃ ⁻ 、HPO ₃ ²⁻ 、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 等电解质或无机盐类离子、 葡萄糖、氨基酸、尿素等	维持细胞内 外水分子的 相对平衡
2.胶体渗透压 /kPa	3.85 (70g L ⁻¹)	白蛋白、球蛋白、纤维蛋 白质等生物高分子	维持毛细血 管内外水分 子相对平衡



血浆渗透压示意图

胶体渗透压：蛋白质、核酸等高分子物质产生的渗透压。



问题：请指出某患者生化报告单中，哪些项目不正常，渗透压是否正常？是高渗、低渗、等渗溶液？

[Redacted] 医院生化报告单

问题：请指出某患者生化报告单中，哪些项目不正常，渗透压是否正常？是高渗、低渗、等渗溶液？

序号	项 目	测定值	单 位	参考范围	提 示
1	钾	5.40	mmol/L	3.50- 5.50	
2	钠	136.0	mmol/L	135.0 - 155.0	
3	氯	114.0	mmol/L	96.0 - 108.0	
4	钙	1.74	mmol/L	2.18- 2.75	
5	尿素氮	41.0	mmol/L	0.0 - 7.1	
6	肌酐	993	umol/L	71 - 177	
7	二氧化碳	12.3	mmol/L	22.0 - 30.0	
8	葡萄糖	9.60	mmol/L	3.90- 6.10	
9	AGION	9.70	mmol/L		
10	渗透压	322.60	mOSM/L	280.00- 300.00	
11	尿素氮:肌酐	0.04			

送检日期:10-27-2005 报告日期:10-27-2005 检验者: 核对者:

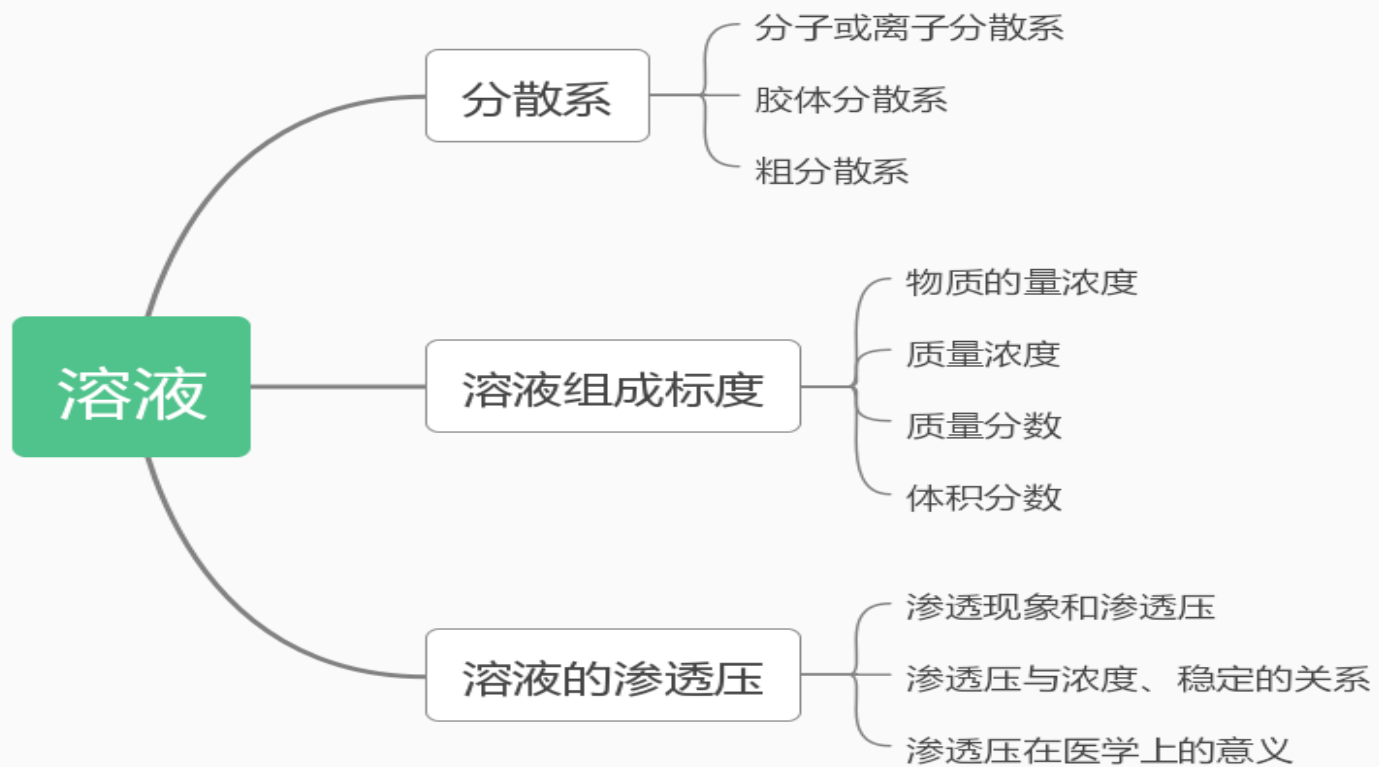
婴儿游泳与渗透压有关吗？



溶液	学习要点
概念	物质的量，摩尔质量，渗透现象，渗透压，渗透浓度
表示法	物质的量：$n = N/N_A$ $n = m/M$ 溶液的浓度：$c_B = n_B/V$ $\rho_B = m_B/V$ $\omega_B = m_B/m$ $\varphi_B = V_B/V$ 浓度换：$\rho_B = c_B M_B$ $\omega_B = c_B M_B / 1000 \rho$ 渗透浓度：$c_{os} = ic$ 透压：$\Pi = cRT$ $\Pi = icRT$



小结



谢谢观看