

## 医用化学“溶液的渗透压”教学设计与思考

代甜甜, 杨熙\*

贵阳康养职业大学体育与文旅学院, 贵阳 550081

**摘要:** 本文概述了医用化学课程中“溶液的渗透压”章节的教学设计与思考。该章节涉及到渗透现象、渗透浓度、溶液渗透压的计算以及渗透压在医学上的应用等内容。渗透浓度和渗透压的计算是大部分学生较难掌握的部分。因此在教学设计中, 以问题为导向, 结合生活中的现象和案例, 通过“创设问题情境-实验探究-计算推导-知识迁移与应用-知识拓展延伸-课程思政融入”将知识点串联起来。将计算实例与医学案例贯穿到整个教学中, 通过问题导向的教学方式能够提高学生的学习兴趣, 使学生在课堂教学中就能及时掌握本章的知识点与内容, 达到教学目标。

**关键词:** 医用化学; 溶液渗透压; 教学设计; 课程思政

**中图分类号:** G64; O6

## Teaching Design and Reflection on the “Osmotic Pressure of Solutions” in Medical Chemistry

Tiantian Dai, Xi Yang \*

College of Sports and Tourism, Guiyang Healthcare Vocational University, Guiyang 550081, China.

**Abstract:** This paper presents an overview of the teaching design and considerations for the chapter on “osmotic pressure of solutions” in medical chemistry courses. The chapter covers topics such as osmotic phenomena, osmotic concentration, the calculation of solution osmotic pressure, and its applications in medicine. The calculation of osmotic concentration and osmotic pressure presents significant challenges for most students. To address this, the teaching design is centered on a problem-based approach, incorporating real-life phenomena and case studies. The instructional sequence includes creating problem scenarios, experimental exploration, computational derivation, knowledge transfer and application, knowledge extension, and integrating ideological and political education. By weaving computational examples and medical case studies throughout the course, the problem-oriented teaching approach enhances student engagement and helps them grasp the key concepts and content of the chapter during classroom instruction, ultimately achieving the teaching objectives.

**Key Words:** Medical chemistry; Solution osmotic pressure; Teaching design; Ideological and political education

化学与医学息息相关, 在医学上具有重要的理论和实践指导作用。医用化学是我校医学检验、护理及相关专业开设的一门重要专业基础课程。临床上血液透析、静脉输液、眼药水等都与溶液的渗透压有关。溶液的渗透压是本课程与医学现象关系最为密切又非常重要的一章, 主要围绕溶液的

收稿: 2024-11-06; 录用: 2025-01-03; 网络发表: 2025-03-11

\*通讯作者, Email: yangxi@gyhvu.edu.cn

基金资助: 贵州省第七批高层次创新型人才项目-千层次人才计划(杨熙); 贵州省科学技术协会项目(GZYZ2023-04)

渗透现象、渗透平衡、渗透压、渗透浓度以及渗透压在医学中的应用展开。渗透浓度与渗透压的计算是部分学生比较薄弱的地方，需要加强学生的理解和提高计算能力。大部分学生能够运用公式进行计算，但是缺乏对公式的理解，对此，如何采取切实可行的教学方法和手段，完善教学环节来增强学生的学习兴趣，提高教学效果是笔者教学中一直思考的问题。通过多年的教学尝试和实践，发现将医学案例、图片展示、实验、计算实例和贯穿于整个教学过程，可激发学生的学习兴趣，引发学生的思考，吸引学生的注意力，同时对难点内容进行归纳推理和重点讲解。从生活中常见的现象——“为什么海水鱼与淡水鱼不能互换生活环境？为什么晒蔫的植物浇水后会重新复原？为什么不能在受伤的伤口上直接撒盐？”等引入教学内容——溶液的渗透压，讲述概念、实验演示、计算推导，当学生对这些概念、公式有了一定理解后，继续通过计算实例讲解难点内容，如生理盐水、 $50\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液渗透浓度、渗透压的计算等加深学生对难点知识的理解。这种理实一体、问题导向的教学设计在化学计算这一部分取得了较好的效果，对本次课的教学实践有一定的参考价值。

## 1 教学内容及学情分析

### 1.1 教学重点与难点

本节课的教学内容选自《医用化学》<sup>[1]</sup>教材第四章溶液第二节溶液的渗透压。

本节课的教学重点：1) 渗透平衡、渗透压的概念；2) 渗透压与浓度、温度的关系。

教学难点：渗透压的计算。

### 1.2 学情分析

本节课的教学对象是一年级职业本科医学检验技术专业新生，高中时期已经学习过有关电解质的概念，已经掌握溶液浓度的有关计算。溶液的渗透压是与学生专业息息相关的知识点，学生对本节课的内容会很重视。但是对于浓度和渗透浓度的计算和概念分不清楚，进而导致计算溶液渗透压时会出错。医用化学作为新生进校接触的第一门专业基础课程，多数学生的学习方式还停留在灌输式学习模式，普遍缺乏将知识进行迁移与应用的能力。为改善这一状况，教师可以巧妙地通过引入精心设计的问题，激发学生主动思考的积极性，着重培养学生举一反三、融会贯通的思维能力。这样一来，学生不仅能够扎实掌握各类知识点，还能学会灵活运用所学，有效解决生活、医学等多领域的相关实际问题，真正做到学以致用<sup>[2]</sup>。

## 2 教学目标

素质目标：

(1) 培养学生从生活中发现问题，运用化学知识解决生活、医学中实际问题的化学理念；(2) 激发学生学习化学的兴趣，增加学生对专业和职业的认同感；(3) 提高学生的知识迁移与运用能力，培养学生科学探究的能力和创新精神。

知识目标：

(1) 熟悉渗透现象、渗透平衡以及渗透压的概念；(2) 掌握渗透压的计算；(3) 了解渗透压在医学上的应用。

能力目标：

(1) 能判断渗透方向；(2) 学会渗透压的计算；(3) 能够利用渗透压原理解释生活和医学上常见的现象。

## 3 部分课堂教学过程介绍

课堂围绕本节新课“溶液的渗透压”进行讲授。主要包括新课导入、实验探究、计算推导、理论联系实际解决问题、知识拓展以及课程思政融入等环节。

### 3.1 创设问题情景

提出问题：为什么海水鱼与淡水鱼不能互换生活环境？

引出知识点：课堂上从学生感兴趣的话题，海水鱼与淡水鱼为什么不能互换生活环境入手，引出本次课的教学内容——溶液的渗透压。

提出问题：什么是渗透现象？

知识讲解：化学上提到的渗透现象是指溶剂分子透过半透膜由纯溶剂进入溶液或由稀溶液进入浓溶液的现象叫渗透现象。

图例展示：向同学们展示渗透现象的发生实验装置，如图1所示，请同学们思考要产生渗透现象需要具备哪些条件？

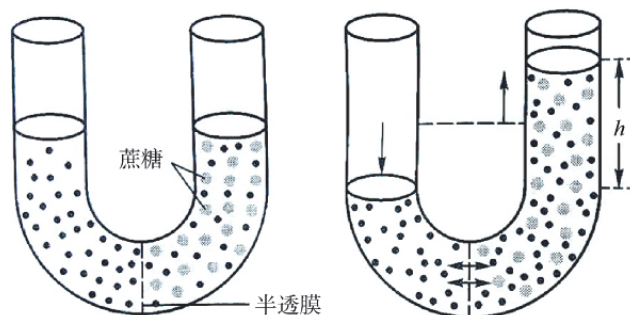


图1 教材中的渗透装置图

学生回答：半透膜、浓度差。

知识讲解：产生渗透现象必须具备两个条件，一是存在半透膜；二是在半透膜两侧溶液存在浓度差。

教师提问：什么是半透膜呢？

学生回答：半透膜可能是一种孔径很小的薄膜，只允许小分子通过。

知识讲解：半透膜是一种只让某些分子和离子扩散进出的薄膜，一般来说，半透膜只允许离子和小分子物质通过，而生物大分子物质不能自由通过半透膜，如细胞膜、毛细血管壁、动物的膀胱或者鸡蛋膜，人造半透膜如棉胶膜、玻璃纸及羊皮纸等。

### 3.2 实验探究

提出问题：书上给我们呈现的仅仅是一个假想的渗透现象装置<sup>[3]</sup>，为什么放置一段时间后右侧溶液的液面会上升，如果两侧都为纯溶剂或者浓度相同的溶液，液面会上升吗？

实验讲解：根据渗透现象的发生必须具备两个条件，首先是半透膜，教师通过生活中容易获得的材料鸡蛋、食醋预先制备了鸡蛋半透膜，用蔗糖、红墨水，利用倒置的漏斗设计了渗透现象的发生装置。

实验过程：

(1) 400 g·L<sup>-1</sup>蔗糖溶液的配制。称取20.0 g蔗糖，加入50.0 mL纯化水使其溶解，向溶液中滴加2滴红色素，用玻璃棒搅拌均匀备用。

(2) 鸡蛋膜的制备。选一个个头较大的鸡蛋，用钝器在鸡蛋壳上锉1个小洞，然后将鸡蛋内的蛋黄与蛋清全部倒出，鸡蛋壳用水清洗干净后放置杯子中，倒入适量白醋浸泡一个晚上，然后将软化后的鸡蛋壳剥离鸡蛋膜，用清水洗净备用。

(3) 实验装置的搭建。在塑料杯中加适量的纯净水，将漏斗小口端用食指顶住，从大口径一端，倒入适量的蔗糖溶液，然后将鸡蛋膜轻轻地套在漏斗上，鸡蛋膜口径一端用橡皮筋固定紧，迅速将漏斗倒置，并用一小块纸板固定在塑料杯上。实验装置如图2所示。

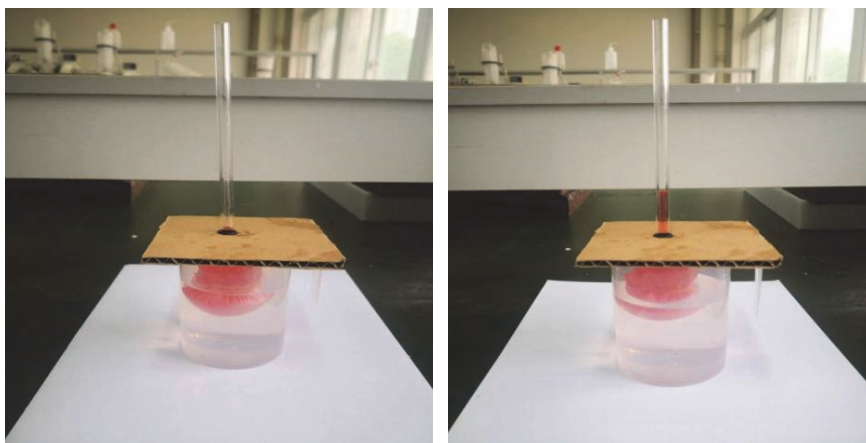


图2 渗透实验装置示意图(左、右为鸡蛋半透膜实验前、实验后)

实验开始时，液面上升不明显，25 min后，液面升高了大约3 cm，渗透现象明显。通过实验现象的观察对比，学生直观地认识了渗透现象，并且知道产生渗透现象需要具备的2个条件：半透膜和浓度差。

实验结论：通过自主设计实验，验证了渗透现象的发生需要具备2个条件：半透膜和浓度差，并且进一步证实鸡蛋膜是一种半透膜。

提出问题：液面会无限制上升吗？为什么升高到一定高度液面就保持平衡。

分析讲解：液面上升到一定高度后就保持平衡不再升高，这是因为水分子进出半透膜的速率相等，也就是达到渗透平衡。液面升高一定高度后会产生水位差，即有一定的压强，该压强能够阻止水分子从纯溶剂进入到溶液。

### 3.3 计算推导

提出问题：液面升高一定高度后会产生水位差，即有一定的压强，若要阻止渗透现象的发生，就需要在液面上额外施加一个压力，该压力即为渗透压，那么渗透压的大小跟哪些因素有关呢？

知识讲解：1886年荷兰化学家van't Hoff总结出了难挥发非电解质稀溶液的渗透压仅仅与溶液中溶质的物质的量浓度和热力学温度有关，而与溶质的本性无关，对于任何非电解质溶液，在相同温度下，只要它们物质的量浓度相同，其渗透压也一定相等。渗透压计算公式如下：

$$\Pi = CRT \quad (1)$$

式中， $\Pi$ 为渗透压； $C$ 为物质的量浓度； $R = 8.314 \text{ kPa} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 。 $T$ 为热力学温度， $T = 273.15 + t \text{ K}$ ，其中 $t$ 为摄氏温度 $^{\circ}\text{C}$ 。

教师追问：以上公式适用于非电解质溶液，对于电解质溶液渗透压的计算公式也适用吗？

知识讲解：前面我们介绍了稀溶液的依数性，其中稀溶液的渗透压也具备这一性质，即溶液的渗透压与单位体积溶液中所含溶质的粒子数成正比，而与溶质本性无关。由于电解质在水溶液中会电离产生阴阳离子，比如1个NaCl分子在水溶液中电离产生1个 $\text{Na}^+$ 和1个 $\text{Cl}^-$ ，因此溶质的质点个数为2。对于电解质溶液，渗透压计算公式如下：

$$\Pi = iCRT \quad (2)$$

式中， $i$ 表示溶质质点个数，其余同上。

教师归纳：以上2个公式仅适用于稀的电解质和非电解质溶液，对于浓溶液则不适用。我们在计算时，首先要明确该溶液是电解质溶液还是非电解质溶液；其次，在计算时要注意单位的统一，最后还要注意公式中的温度为热力学温度。

典型例题计算：

计算临床输液常用 $9.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 生理盐水和 $50.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 葡萄糖溶液在 $37^{\circ}\text{C}$ 时的渗透压。

学生计算：学生在草稿纸上完成计算，如图3所示。

解：(1) 9.0 g/L 生理盐水  
 已知  $\rho_B = 9.0 \text{ g/L}$ ,  $M_B = 58.5 \text{ g/mol}$   

$$C_B = \frac{\rho_B}{M_B} = \frac{9.0 \text{ g/L}}{58.5 \text{ g/mol}} = 0.154 \text{ mol/L}$$

$$T = 273.15 + t^\circ\text{C} = 273.15 + 37 = 310.15 \text{ K}$$

$$\pi = iCRT = 2 \times 0.154 \times 8.314 \times 310.15 = 794 \text{ kPa}$$

(2) 50.0 g/L 葡萄糖溶液  
 已知  $\rho_B = 50.0 \text{ g/L}$ ,  $M_B = 180 \text{ g/mol}$   

$$C_B = \frac{\rho_B}{M_B} = \frac{50.0 \text{ g/L}}{180 \text{ g/mol}} = 0.278 \text{ mol/L}$$

$$\pi = CRT = 0.278 \times 8.314 \times 310.15 = 717 \text{ kPa}$$

图3 学生计算过程

教师点评：大部分同学能够准确计算出9.0 g·L<sup>-1</sup>生理盐水和50.0 g·L<sup>-1</sup>葡萄糖溶液在37 °C时的渗透压，但是对公式还不太熟悉，课后还需要加强理解和记忆。

教师提问：什么是渗透浓度？它和溶液的浓度之间有什么关系？

学生回答：产生渗透现象时溶质质点的浓度。

教师讲解：渗透浓度是医学上的一个概念。通过前面的学习，我们知道稀溶液的渗透压具有依数性，其大小仅取决于单位体积溶液中溶质质点的个数，而与溶质的本性无关。例如1个葡萄糖分子溶液水中产生1个葡萄糖分子，而1个NaCl溶于水则会生成1个Na<sup>+</sup>和1个Cl<sup>-</sup>，因此质点个数为2。

举例计算：计算临床输液常用9.0 g·L<sup>-1</sup>生理盐水和50.0 g·L<sup>-1</sup>葡萄糖溶液渗透浓度。

解：

(1) 9.0 g·L<sup>-1</sup>生理盐水

已知  $\rho_B = 9.0 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$   $M_B = 58.5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

$$C_{os} = 2 \times \frac{\rho_B}{M_B} = 2 \times \frac{9.0 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}}{58.5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0.308 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} = 308 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$$

(2) 50.0 g·L<sup>-1</sup>葡萄糖

$$C_{os} = \frac{\rho_B}{M_B} = \frac{50.0 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}}{180 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0.278 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} = 278 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$$

### 3.4 知识迁移与应用

提出问题：前面我们学习了溶液的渗透现象和渗透压，当存在浓度差和半透膜时，溶液中的水分子会自发从纯溶剂进入到溶液。我们能否通过一种技术或者手段实现溶液中的水分子通过半透膜流向纯溶剂这边呢？

教师讲解：我们知道沿海国家和城市的淡水资源非常紧缺，他们的生活饮用水和工业用水主要依靠海水淡化，所谓海水淡化也就是从海水中取得淡水的过程，目前全球海水淡化技术超过20多种，其中反渗透法就是其中之一。在自然状态下，淡水中的水分子会自发地透过半透膜，向海水一侧扩散，致使海水一侧的液面不断上升，直至达到某一特定高度后，才会趋于稳定，这一现象被称作渗透。而当在海水一侧施加一个大于海水渗透压的外部压力时，海水中的水分子就会反向流动，从海水一侧穿过半透膜，渗透回淡水一侧，这一过程就被定义为反渗透，反渗透的原理如图4所示。

教师追问：反渗透技术除了在海淡化方面具有重要应用以外，还可以应用于生活中的哪些方面呢？学习通平台已经发布了讨论，课后请同学们查阅相关资料，调查日常生活中哪些方面会用到反渗透技术。

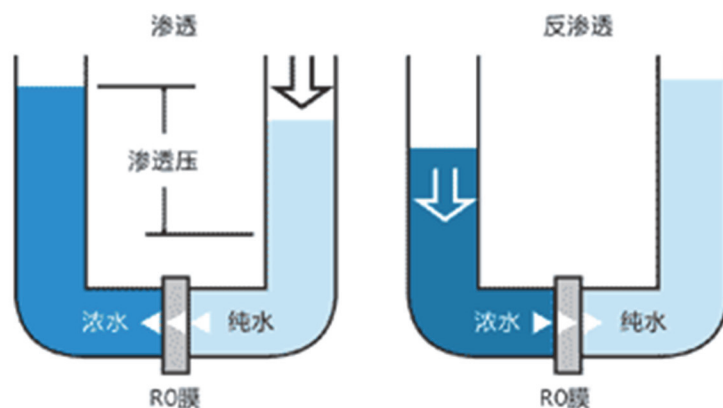


图4 反渗透工作原理

### 3.5 知识拓展延伸

教师举例：渗透压在医学上的应用。临床上给病人输液时对溶液浓度有严格的要求，一般应输入等渗溶液<sup>[4]</sup>，否则可能导致机体内水分失调或者红细胞变性和破坏。此外，配制眼药水必须与眼黏膜细胞液等渗<sup>[5]</sup>，否则会引起眼睛的刺痛感，严重时损伤眼组织。其次，在给病人清洗伤口或者换药时，通常使用生理盐水，这是因为生理盐水属于等渗溶液，不会引起组织的刺痛感。

教师提问：什么是等渗溶液呢？临床上常见的等渗溶液有哪些？

教师举例：临床上常用的等渗溶液  $9\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  ( $0.154\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ) NaCl;  $50\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  ( $0.278\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ )  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ;  $12.5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  ( $0.149\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ )  $\text{NaHCO}_3$ 等。

教师讲解：医学上，溶液的等渗、低渗和高渗是以血浆的总渗透压为标准。正常血浆的渗透压为720–800 kPa，即总渗透浓度约为280–320  $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。红细胞在不同浓度的溶液中会发生不同的变形，在低渗溶液中会发生溶血现象，在高渗溶液中会形成血栓，如图5所示，溶血和血栓现象在临床上都可能造成严重后果，甚至危及生命<sup>[6]</sup>。

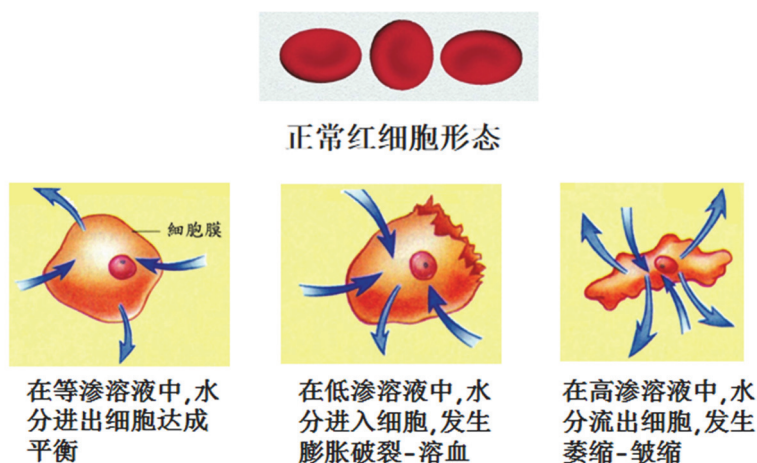


图5 红细胞在不同浓度溶液中的形态变化示意图

教师补充：我们知道，血液透析是一种治疗肾功能衰竭的方法之一，其中也会用到渗透压原理。在透析过程中根据透析浓度差异，可促使体内多余的水分和废物通过半透膜进入到透析液中。对于患有严重肾衰竭的患者，血液透析是维持生命的必要手段。

### 3.6 课程思政融入

教师举例：近年来我国海水淡化技术突飞猛进，截至2023年底，全国已有海水淡化工程156个，工程规模2522956吨/日，比2022年增加了165908吨/日，同比增长7%，海水淡化技术已经非常成熟。目前，我国在海水淡化技术上取得了显著成就，并在世界上处于领先地位，我国首个自主设计的北方最大规模双膜法海水淡化工程正式通水运行，该项目是目前国内最大规模的双膜法海水淡化工程，每天可生产15万吨海水淡化水，每年可替代地表水用量达5000万吨。项目工程采用反渗透、气浮、超滤的成熟工艺，通过技术创新单套反渗透膜堆的淡化能力提升至3万吨/日，为世界范围内海水淡化工程首次应用。这些项目的取得和突破，与我们学习的渗透压知识息息相关。

因此，每一项技术和技术的进步都离不开科学家们的不断探索和研究，我们要努力学习各种科学文化知识，将知识运用到实际中去。我们坚信，随着技术的不断创新和跨学科研究的深化，我国的海水淡化技术将在更高的水平上为全球水资源的可持续发展做出更大贡献，为人类的美好未来提供更为充沛的清洁水源。除了上述举例外，大家还知道我国的哪些技术和成就与溶液的渗透压知识有关吗？实际上反渗透技术在污水处理上也具有广阔的应用前景，课后大家通过查阅资料，调查我国更多与溶液渗透压相关的科学成就，并完成学科小论文。通过与溶液渗透压知识密切相关的“海水淡化技术”“污水处理技术”等，如图6所示，使同学们意识到学科知识在实际中的运用，培养同学们的科学精神和环保意识。

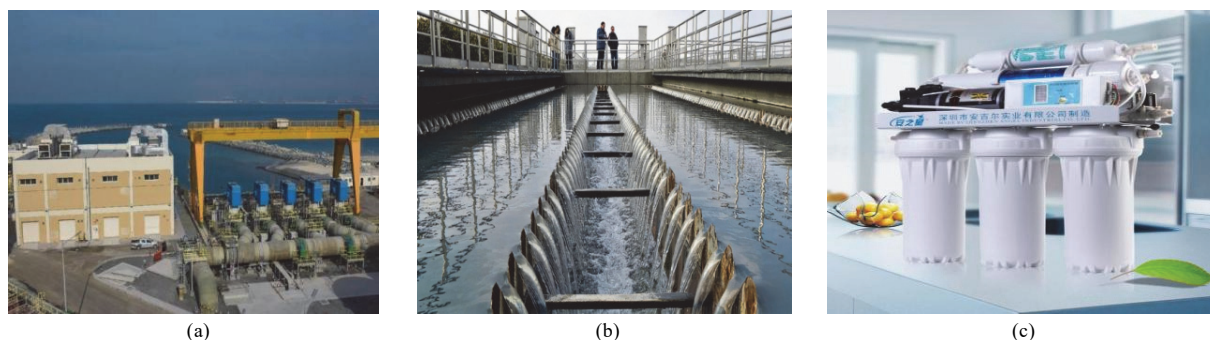


图6 课程思政元素融入

(a) 海水淡化；(b) 污水处理；(c) 净水机

教师补充：其次，临床治疗中给病人补液时要特别注意补液的渗透浓度和补液的速度，以免破坏细胞或者引起体内水分失调。所以护士在给病人输液时都要再三核对病人信息，并且控制好输液的速度。作为医学生，我们要认识到自身职业的特殊性和重要性，今后从事的职业多与人的生命和健康息息相关，要重视用药安全。

## 4 结语

溶液的渗透压是医用化学中非常重要的一部分内容，临床和医学中的许多现象都与溶液的渗透压有关，日常生产、生活、工业中许多现象和原理技术也与溶液的渗透压息息相关。在教学过程中，我们要改变传统的以理论讲授为主的教学模式，充分激发和调动学生的学习兴趣 and 积极性，提升学生学科知识的运用能力。

因此，在实际教学进程中，强化重点与难点知识的阐释至关重要。教学设计应当以问题为引领，巧妙引出知识点，借此牢牢抓住学生的注意力。从生活里常见的案例入手，启发学生理解渗透现象，同时结合实验演示、计算推导以及医学实例，引导学生带着疑问去思考并解决实际问题，将这一模式贯穿于整个教学环节。积极鼓励学生大胆思考，最终促使学生深化对溶液渗透压的认知，扎实掌

握相关知识点，顺利达成教学目标。本次将该教学设计作为一次创新性尝试应用于课程当中，教学成效得到了显著提升，可为后续教学提供极具价值的参考范例。

#### 参 考 文 献

- [1] 余瑜, 何炜. 医用化学. 北京: 科学出版社, 2022: 63.
- [2] 吴一诺, 叶建涛, 周颢, 钱宇, 郭磊. 大学化学, **2024**, *39* (3), 149.
- [3] 李彩云. 化学教育(中英文), **2021**, *42* (6), 72.
- [4] 陈晓姣, 杨智英. 卫生职业教育, **2016**, No. 17, 48.
- [5] 陈晓姣. 中国教育技术装备, **2020**, No. 22, 78.
- [6] 王仕潭. 卫生职业教育, **2019**, No. 1, 54.