

高中化学学科教学指导意见

扬州市教科院 扬州市高中化学学科指导小组

一、指导思想

为进一步明晰全市高中化学教学的总目标、总思路，引导全市高中化学教师认真研究《普通高中化学课程标准（2017版）》和《江苏省高考化学考试说明》，与九年义务教育《化学》或《科学》相衔接的基础教育课程，是落实“立德树人”根本任务，以促进终身学习和适应未来社会发展为导向，明确不同阶段化学课程对学生核心素养的培养侧重点，基于高中学生应该达到的能力和具备的素养，对高中化学课程实施进行结构化、系统化和地方化的诠释，建立一般性、具体化、可操作的课程实施与评价的范式，架起宏观教育目标与教育实践中学生核心素养发展的桥梁，特制订本意见。

二、目标与任务

1. 以发展化学学科核心素养为主旨

立足于学生适应现代生活和未来发展的需要，充分发挥化学课程的整体育人功能，构建全面发展学生化学学科核心素养的高中化学课程目标体系。

2. 设置满足学生多元发展需求的高中化学课程

通过有层次、多样化、可选择的化学课程，拓展学生的学习空间，在保证学生共同基础的前提下，引导不同的学生学习不同的化学，以适应学生未来发展的多样化需求。

3. 选择体现基础性和时代性的教学内容

结合人类探索物质及其变化的历史与化学科学发展的趋势，引导学生进一步学习化学的基本原理和方法，形成化学学科的核心观念；结合学生已有的经验和将要经历的社会生活实际，引导学生关注人类面临的与化学有关的社会问题，培养学生的社会责任感、参与意识和决策能力。

4. 重视开展“素养为本”的课堂教学

倡导真实问题情境的创设，开展以化学实验为主的多种探究活动，重视教学内容的结构化设计，激发学生学习化学的兴趣，促进学生学习方式的转变，培养他们的创新精神和实践能力。

5. 倡导基于化学学科核心素养的评价

依据化学学业质量标准评价学生在不同学习阶段化学学科核心素养的达成情况，积极倡导“教、学、评”一体化，促进每一个学生化学学科核心素养得到不同程度的发展。

三、重点问题导引

1. 学科核心素养

高中化学学科核心素养包括宏观辨识与微观探析、变化观念与平衡思想、证据推理与模型认知、科学探究与创新意识、科学精神与社会责任 5 个方面，其内涵分述如下。

素养 1 宏观辨识与微观探析

能从不同层次认识物质的多样性，并对物质进行分类；能从元素和原子、分子水平认识物质的组成、结构、性质和变化，形成“结构决定性质”的观念。能从宏观和微观相结合的视角分析与解决实际问题。

素养 2 变化观念与平衡思想

能认识物质是运动和变化的，知道化学变化需要一定的条件，并遵循一定规律；认识化学变化的特征本质是有新物质生成，并伴有能量的转化；认识化学变化有一定限度、速率，是可以调控的。能多角度、动态地分析化学变化，运用化学反应原理解决简单的化学实际问题。

素养 3 证据推理与模型认知

具有证据意识，能基于证据对物质组成、结构及其变化提出可能的假设，通过分析推理加以证实或证伪；建立观点、结论和证据之间的逻辑关系；知道可以通过分析、推理等方法认识研究对象的本质特征、构成要素及其相互关系，建立认知模型，并能运用于解释化学现象，揭示现象的本质和规律。

素养 4 科学探究与创新意识

认识科学探究是进行科学解释和发现、创造和应用的科学实践活动；能发现和提出有探究价值的问题；能从问题和假设出发，确定探究目的，设计探究方案，运用化学实验、调查等方法进行实验探究；在探究中学会合作，面对“异常”现象敢于提出自己的见解。

素养 5 科学精神与社会责任

具有严谨求实的科学态度，具有探索未知、崇尚真理的意识；赞赏化学对社会发展的重大贡献，具有可持续发展意识和绿色化学观念，能对与化学有关的社会热点问题作出正确的价值判断，能参与有关化学问题的社会实践活动。

上述 5 个方面立足高中生的化学学习过程，各有侧重，相辅相成。“宏观辨识与微观探析”“变化观念与平衡思想”“证据推理与模型认知”要求学生形成化学学科的思想和方法；“科学探究与创新意识”从实践层面激励创新，“科学精神和社会责任”进一步揭示了化学学习更高层面的价值追求。

上述素养将化学知识与技能的学习、化学思想观念的建构、科学探究与解决问题能力的发展、创新意识和社会责任感的形成等方面的要求融为一体，体现了化学课程在帮助学生形成未来发展需要的必备品格和关键能力中所发挥的重要作用。

2. 命题原则

化学测试命题坚持以化学学科核心素养为导向，准确把握“素养”“问题”“情境”和“知识”四个要素在命题中的定位及相互联系，建构以化学学科核心素养为导向的命题框架。以化学学科核心素养为导向的命题框架如图 1 所示。

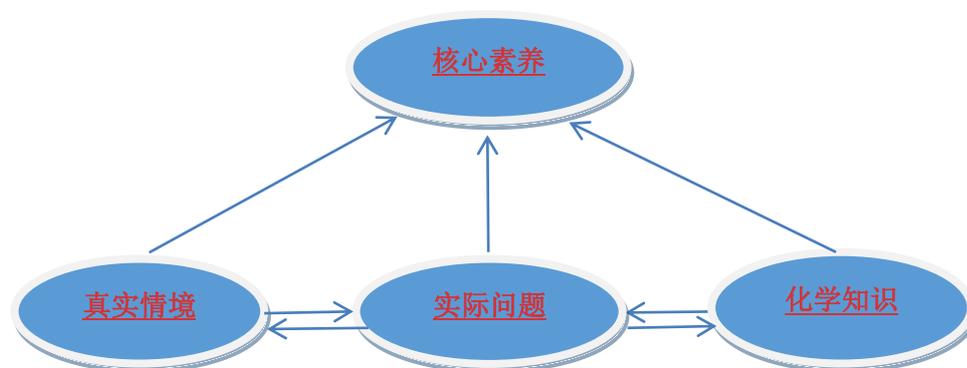


图 1 命题框架

上述框架表明，“情境”和“知识”同时服务于“问题”的提出与解决；“问题”“情境”“知识”三者之间存在密切的联系；情境的设计、知识的运用、问题的提出与解决均应有利于实现对学生核心素养的测试。

(1) 以核心素养为测试宗旨

命题应坚持以化学学科核心素养为测试宗旨，应熟悉、理解核心素养的内涵、具体表现及水平描述，并与化学学业质量标准建立联系，从学业质量标准的相应等级中提炼、确定各试题的测试目标。

(2) 以真实情境为测试载体

试题情境的创设应紧密联系学生学习和生活实际，体现科学、技术、社会与环境发展的成果，注重真实情境的针对性、启发性、过程性和科学性，形成与测试任务融为一体、具有不同陌生度、丰富而生动的测试载体。

(3) 以实际问题为测试任务

试题的测试任务应融入真实、有意义的测试情境；试题内容与提出的问题应针对本课程标准中的内容标准，突出化学核心概念与观念，符合学生心理发展阶段和认识发展水平，与所要测试的核心素养和测试目标保持高度一致，形成具有不同复杂程度和结构差异、合理的测试任务。

(4) 以化学知识为解决问题的工具

化学知识是解决实际问题、完成测试任务不可或缺的工具；应结合命题宗旨和目标，根据测试任务、情境的需要，系统梳理解决问题所要运用的化学知识、技能与方法，注重考查学生灵活运用结构化知识解决实际问题的能力。

四、实施策略及建议

1. 从化学的研究对象和研究方法落实核心素养

化学是一门研究物质及其变化的科学，化学的研究对象就是物质，创造物质和识别物质是化学重要的研究内容。学习化学对于物质的研究，就是要让学生知

道，虽然目前发现的元素仅一百多种，但是当不同元素的原子间以不同比例和不同结合方式构成分子或晶体时，其数量表现出了无限性。据统计，目前发现的物质已经超过 2000 万种，而且物质的数量仍在以每年数百万种的速度在不断增长着。那么，这么多的物质该如何来研究呢？化学家们根据这些物质结构、性质的差异将其分为不同类别，每种物质既有同一类别的物质的通性与共性，也有不同于其他物质的特性。从化学家的视角进行观察和判断时，物质世界是由各式各样的原子、分子、离子以不同组分、不同的相互作用力和不同的聚集态而构成的。物质的种种变化，是构成物质的微粒及其聚集态变化的宏观表现。我们让学生学习物质，首先要学会的就是从这样一个视角出发去观察和分析身边的物质，在帮助学生认识物质多样性的同时，用科学的方法进行简化和归类，而绝不是简单记住若干具体的物质性质和化学反应事实。

化学也是一门重视实验的学科，实验是化学学习的重要方法和手段。学生都喜欢化学实验，这是因为在一定条件下进行化学实验有着丰富的实验现象。然而，如果观察和实验只局限于验证教材上对某个问题所做的解释或理论，而忽视了对化学体系的全面观察和分析，忽视了基于事实观察的推理和判断，忽视了科学探究的过程和创新思维的培养，那么，实验给学生的印象也许只是像一次有趣的魔术表演罢了。从这个角度来说，化学魔术和自然界的化学现象一样，如果只停留在对表面现象做一般性的观察的阶段，还不能认为是在学习化学，更不能成为学习化学的一种方法，也不是发展学生化学学科核心素养的途径。因为学生也许会在实验观察过程中萌生新奇感，但仍无法启动学生的探究欲和创新欲。而后者才是科学教育的主要功能之一，也是化学学科核心素养的内容之一。因此，如何运用实验教学更有效的发展学生的学科核心素养，是值得每一位化学老师关注的话题。

所以，如果学生对具体的化学物质并无了解，只是记住了生活中的一些化学物质或者现象，又不进行实验的观察、分析与推理，没有形成某种意识或观念，就要求学生记忆化学知识，则化学既无趣，又会成为一种也许只对考试有用的符号游戏。这样的化学学习没有多大意义，只是增加了学生的记忆负担而已。化学教学缺乏对于化学研究对象的理解，缺乏关注学生素养发展的学习方法，学生也就会失去对化学体系的整体感，更体会不到学习化学的乐趣。

2. 从化学概念和计算的教学落实核心素养

化学教学应重点关注学生的学科核心素养的发展。以“浓度”概念为例，中学化学不仅介绍了浓度的概念，还从“浓度”这个角度为人们理解和调节各物质在体系中的作用提供了从定性与定量两个方面加以理解的基础。在知识层面，初中学生学习了以质量分数和体积分数来表示浓度的方法，高中则学习了以物质的量浓度来表示的方法。从生活的角度看，人们常常听到的微量元素对于生命和健康的作用的常识，也是与定性的“浓度”概念有关的一个例子。但是从化学学科素养

的视角来看,知道浓度的这几种表示方法仅仅与小学科学中的糖水或盐水浓度的水平基本相同,并没有涉及浓度对于物质间反应影响的本质。我们知道,在自然界中元素可以以游离态形式存在,即单质形式或者介稳状态的等离子体形式,也可以与其他元素相结合以化合物的形式存在。而不同物质的化学性质、物理性质如何,相互间是否能够发生反应,不仅取决于体系中微粒的存在形式,也与其浓度有关。例如,氢气和氧气的混合物只是在氢气的体积分数达到 4.0%~74.2%时,才是通常所说的爆鸣气;在银盐溶液中加入氯化钠溶液,也只有当 Ag^+ 和 Cl^- 的浓度的乘积达到一定的数值,才会出现白色的 AgCl 沉淀;元素锌和元素钙在人体健康中起作用时,不仅要和适当的蛋白质相结合,而且必须在极限浓度之内,否则反而会有不良影响;现在城市每天发布的空气污染指数,也只有从一定的浓度这个角度出发,才能正确理解其意义。在教学中,这些恰恰是我们需要关注,却往往被忽视的。很多时候,教师更多关注学科知识,而非基本思维方式和学科素养。

同样,在习题教学中,有相当数量“精心设计、设置陷阱”的关于浓度的计算题。一方面,在这些题目中,有很多情境设置与答案结果未必合乎生活生产的实际,人为编造的痕迹较为明显。另一方面,也是更重要的,在学时安排和学习导向两个方面,这样的教学对于学生结合浓度来加深对化学物质性质和化学反应条件的理解起了分散注意力的负面作用,其所引导的方向不是真实的化学研究所遵循所需要的。何况,对于复杂体系中的某个或某些组分的浓度,化学家最常用、同时被认为是最可信的方法是利用现代分析技术进行实验测定,而不是计算。真实的化学计算往往在于以定量的方式描述未知物质的组成,或者以定量的方式研究物质的转化。至于有关浓度对化学体系的性质和变化所起到的作用的认识与了解,其深度和复杂程度也因学生的学习阶段、学习兴趣和学习能力而定。诚然,适度的计算学习与训练有利于对“浓度”概念留下定量或半定量的印象,对于学生是必要的。但是,过于繁杂而强调技巧的计算则并非化学学科的核心素养。我们应当牢牢把握住的是,学习化学时可能要用到不同层次的数学,但是不可能通过至少不能只通过数学计算来学习化学定量研究,这是由化学学科的核心素养和化学学科的现状所决定的。

必修课程

普通高中必修化学课程设置5个主题，旨在促进全体学生在“宏观辨识与微观探析”“变化观念与平衡思想”“证据推理与模型认知”“科学探究与创新意识”“科学态度与社会责任”等化学学科核心素养的各个方面都有一定的发展。

主题 1：化学科学与实验探究（1）

内容标准

1.1 化学科学的主要特征

认识化学是在原子、分子水平上研究物质的组成、结构、性质、变化及其应用的一门基础学科，其特征是认识物质和创造物质；了解化学科学的发展历程及其趋势。

认识化学科学研究需要实证与推理，注重宏观与微观的联系；了解实验、假说、模型、比较、分类等方法在化学科学研究中的运用。

了解物质的量及其相关物理量的含义和应用，体会定量研究对化学科学的重要作用。

1.2 科学探究过程

认识科学探究是进行科学解释与发现、应用与创造的科学实践活动。

了解科学探究过程包括提出问题和假设、设计方案、实施实验、获取证据、分析解释和建构模型、形成结论及交流评价等核心要素。

理解从问题和假设出发确定研究目的、依据研究目的设计方案、基于证据进行分析和推理等对于科学探究的重要性。

1. 学习活动建议

(1) 实验及探究活动：配制一定物质的量浓度的溶液。

(2) 调查与交流讨论：查阅、交流化学发展中重大事件的有关资料；举办“小小化学家”论坛，分享青少年科技创新成果等；

2. 情境素材建议

有关化学发现的故事：电离理论的建立、元素周期律的发展、原电池的发现、氯气的发现、人工合成尿素、工业合成氨、青蒿素的提取等。

有关理论、模型不断发展的史实：苯分子结构、原子结构模型、氧化还原反应理论等。

3. 学业要求

(1) 能列举化学科学发展的重要事件，说明其对推动社会发展的贡献，能说出其中的创新点。

(2) 能基于物质的量认识物质组成及其化学变化，运用物质的量、摩尔质量、气体摩尔体积、物质的量浓度之间的相互关系进行简单计算。

核心概念

化学变化的本质

物质组成、结构和性质的关系

科学方法

化学与 STSE

物质的量

阿伏加德罗常数

摩尔质量

气体摩尔体积

物质的量浓度

评价示例

可以综合使用多种评价方式，设置真实的生活生产情景，要求学生运用有关知识解决实际问题。

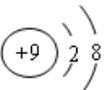
1. 下列行为不符合“绿色化学”这一主题的是

- A. 推广和鼓励多使用公共交通工具出行
- B. 秸秆就地焚烧，降低运输成本
- C. 大力发展太阳能和风力发电
- D. 对燃煤进行脱硫，减少 SO_2 对空气的污染

评析：本题侧重考查学生对化学学科与 STSE，即为人类社会发展的贡献，对解决当今面临的能源危机、环境危机、资源危机等一系列重大挑战所提供的可能途径。

2. 下列化学用语正确的是

A. 质子数为 17、中子数为 20 的氯原子： ${}_{17}^{37}\text{Cl}$

B. 氟原子的结构示意图：

C. 明矾的化学式： $\text{KAlSO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

D. 次氯酸的电离方程式： $\text{HClO} = \text{H}^+ + \text{ClO}^-$

评析：本题从原子、分子水平认识物质的组成、结构，通过不同符号表征的呈现，考查学生的化学用语的识别、转换、应用能力，体现对学生微观探析素养的评价。

3. 化学在生产和日常生活中有着重要的应用。下列说法不正确的是

- A. 明矾水解形成的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 胶体能吸附水中悬浮物，可用于水的净化
- B. 在海轮外壳上镶入锌块，可减缓船体的腐蚀速率
- C. MgO 的熔点很高，可用于制作耐高温材料
- D. 电解 MgCl_2 饱和溶液，可制得金属镁

评析：本题充分体现“让学生学习真实、有用的化学”的课程改革理念，以明矾的净水、钢铁的防腐、活泼金属的工业生产和耐高温材料的应用等为背景，考查学生对有实际应用的化学原理的理解和掌握程度，引导学生更进一步关注化学课程中的 STSE 内容。

4. 请列举事实说明化学科学在提高人类生活质量和促进社会发展过程中的重要作用。

评析：本题侧重考查学生解决问题的能力，并渗透对科学精神与社会责任学科素养的评价。学生要较圆满地回答这道题，必须查阅有关资料，并结合所学化学知识对资料进行分析，才能加以阐述。

5. 用 N_A 表示阿伏加德罗常数的值。下列判断正确的是

- A. 1 mol H_2 含有的分子数目为 N_A
- B. 24 g Mg 变为 Mg^{2+} 时失去的电子数目为 N_A
- C. 1 L 1 mol·L⁻¹ CaCl_2 溶液中含有的 Cl^- 离子数目为 N_A
- D. 常温常压下，11.2 L O_2 中含有的原子数目为 N_A

评析：本题以“阿伏加德罗常数的应用和计算”为载体，考查学生对物质的量、气体体积、阿伏加德罗常数之间的相互关系的理解程度和应用能力，体现了从宏观和微观相结合的视角分析解决问题的素养。

6. 现有一瓶 500 mL 的矿泉水，其水质成分表中标示其“ Ca^{2+} ”含量为 4 mg·L⁻¹，则其物质的量浓度为

A. $1 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

B. $2 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

C. $0.5 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

D. $1 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

评析：本题考查学生对物质的量浓度的计算、物质的质量与物质的量之间的转化关系。它设置了真实的问题情境，有助于让学生感受化学就在自己身边，帮助学生养成关注生活中化学的习惯。

7. 对于反应 $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ ，在标准状况下，4.48 L NO 与足量的 O_2 发生反应，生成的 NO_2 分子个数是多少？

评析：本题是以物质的量为核心的有关化学方程式的计算。学生在计算中要将物质的质量、气体的体积（标准状况下）、溶质的质量等转化成相应的物质的量。在计算中，要求学生解题的规范性。

概念的联系与发展

与初中内容的联系：

- 1、进一步认识物质变化的本质
- 2、进一步认识溶液浓度的表示方法，了解与质量分数的换算关系；从定量角度认识化学反应。注意区分以物质的量为核心的有关化学方程式的计算与初中以质量体系为核心计算的不同。

与同一年级其他主题的联系：

- 1、原子核外电子的排布、从化学键的层次上认识化学变化，从原子结构水平上认识物质性质与结构的关系等内容在《化学 2》主题 1 中学习。

与其他年级内容的联系：

1. 原子核外电子的运动状态等内容在选修模块《物质结构与性质》主题 1 中学习。
2. 元素化合物知识主要集中在《化学 1》中，应建立研究物质性质的思路和方法，即从物质所含元素的化合价角度预测物质的氧化性或还原性；从金属、非金属、酸、碱、盐等物质类别的通性预测具体物质可能具有的性质。
3. 应结合具体的物质性质学习达到要求，不宜单独进行教学。
4. 物质的量相关内容的要求，是学生在《化学 1》模块学习结束后，能够达到的水平。
5. 学生初次接触物质的量相关内容时，只进行计算公式的简单换算，如已知溶质的物质的量浓度和体积，求算溶质的物质的量，不要求开始学习时，就加入较复杂的计算。

问题与建议

（一）“物质的量”单元教学分析

1. 学生认知逻辑的分析

在学习“物质的量”单元之前，学生已有基础物理学知识和日常的生活经验，对宏观物质的数量、质量、性质及变化等十分熟悉，也对描述宏观物质的一些物理量，如物质的质量、体积、长度等有深刻的认识。而对于微观粒子而言，由于无法直接体验或感知，学生对微粒本身的大小、质量、个数及微粒反应等的认识相对模糊。如无法准确认识微粒质量的“小”，也无法感知一定质量物体中所含微粒个数的“多”，更难想象并建立宏观物质质量与微观微粒个数之间存在的某种定量关系。因此，教学中一方面要从学生的认知逻辑顺序出发，做好“从宏观到微观、从定性到定量、从一般到特殊、从简单到复杂”的认知过渡与递进；另一方面，要从学生微观思维模式的构建出发，采用类比、推理等方法引导学生把微粒与宏观物质结合起来，实现从宏观向微观的认知转化，构建具有微粒、微粒数、微粒质量、微粒集合体、微

粒反应等概念的微观认知体系，使微粒模型化、抽象概念显性化、知识内容逻辑化，帮助学生深化理解、强化记忆。

2. 教学内容逻辑分析

“物质的量”是联系宏观量和微观量的桥梁与纽带，也是中学化学中十分重要的核心物理量。“物质的量”单元贯穿高中化学定量计算的始终，涉及物质的量、摩尔、物质质量、气体体积、溶液体积、微粒个数、阿伏加德罗常数、摩尔质量、摩尔体积、物质的量浓度等诸多概念。从概念的属性看，“物质质量、气体体积、溶液体积”是宏观量，“微粒个数”是微观量，“阿伏加德罗常数、摩尔质量、摩尔体积”等是通过“单位物质的量”引入的定义量（“物质的量浓度”是以单位体积引入）。

因此，通过“物质的量（单位摩尔）”就自然引出以上的定义量，从而达到联系宏观量与微观量的目的。梳理以上概念的分类，进一步明晰各概念的内涵及相互的逻辑关系。从知识内容的发展看，教学的起点和核心是“物质的量”，讲清“物质的量”的来龙去脉是教学取得成功和突破的关键；教学的主线也是“物质的量”，围绕“物质的量”进而引入并定义单位物质的量物质所含的微粒个数、质量和气体体积，溶质物质的量浓度等，建立相互的定量关系，从而最终解决有关“物质的量”的计算及应用。因此，单元内容逻辑关系清晰、重点突出，教学中可根据学生认知逻辑顺序和知识发展逻辑顺序设置系列问题，以问题引领教学，层层推进。

3. 问题与困难分析

在学习“物质的量”单元之前，学生已有的前概念“物质的质量、物质的数量”对学生理解“物质的量”概念带来明显干扰和负迁移。“物质的量”是一个什么量？学生常常会把“物质的量”理解成物质的数量或物质的质量，进而把物质的量理解成一个数值；把物质的量的单位“摩尔”等同于阿伏加德罗常数，进而很难理解“物质的量”与物质的数量与质量的具体关系；另一方面，从“物质的量”这一物理量的表述来看，也常常会给学生带来困惑。从字面“量”的意思，学生很容易错误理解成数量或质量；学生不能理解有了质量和数量以后为什么还要引入“物质的量”？化学中为何要引入这样一个物理量？没有“物质的量”行不行？必须把这些物理量关系与问题梳理清楚。

（二）“物质的量”单元教学建议

“物质的量”单元属初高中衔接内容，“物质的量”教学对整个高中化学的教学具有先导作用，对学生后续学习化学的兴趣和能力培养等方面均起到重要影响和支撑作用，理应得到师生的高度重视。在学生认知逻辑结构基础上的“物质的量”单元知识的架构教学对促进学生理解概念、梳理关系、建立知识间的有效逻辑顺序、保持记忆等方面具有不可替代的作用。

教学过程中要重视问题的引导作用。在分析学生认知逻辑的基础上设置系列递进性问题，引导学生充分思考、讨论，梳理出核心及相关的知识与概念，进而分析知识与概念的内涵及其逻辑发展顺序，构建知识及概念间的结构关系图示，提升教学效益。

教学过程中要遵从循序渐进的原则，充分发挥师生的共同作用。教学中要注意克服两种倾向。一种是忽略教师的适时、适量的指导作用，教学进展缓慢，导致课堂效率低下；另一种是不注意调动学生的积极性和主动性，教学中习惯于一讲到底，学生的思维得不到充分的激活，逻辑构建教学流于形式，从而不能达到应有的教学效果。

阶段性重难点突破

学科知识逻辑结构的本质属性是“逻辑性”。在知识构建过程中，要指导学生先对单元知识进行整理归纳，按照自身认知逻辑顺序和知识逻辑发展顺序整理分类：单元主干知识、知

识的衍生（上下位）、平行或包含关系等。教学中始终围绕“物质的量”这一核心线索，从“化学中为什么要引入物质的量？微粒集合体 N_A 、物质的量是什么？单位物质的量的微粒个数和物质质量分别是多少？物质的量与阿伏加德罗常数、摩尔质量、气体摩尔体积、物质的量浓度等其他相关物理量的关系是什么？如何用数学关系式进行表征？”等问题逐一展开。

1. 为什么要引入物质的量

从生产实践来看，物质的质量是宏观的、可控的，但具体到微观的化学反应而言，微粒间的反应实质是微粒之间按一定个数比进行的。如何把宏观质量和微粒个数联系起来？这里就需要一座桥梁——物质的量。因此，物质的量的引入就是要解决物质质量与微粒个数间的换算。这里自然产生两个问题：一是就某一物质而言，质量与微粒个数成正比关系，但比例常数是什么？二是对不同物质而言，物质之间的质量关系与物质所含的微粒个数关系如何换算？由此“物质的量”这一物理量应运而生。

2. 为什么要引入微粒数集合体 (N_A)

为了找到微粒个数与物质质量的关系，必须要考虑单个微粒的质量。但事实上，单个微粒很小，其质量无法直接称量。科学上如何得到微粒的质量呢？这里就是需要先称一定质量的宏观物体，再进行微粒个数的测定。科学家选择测定了 $12\text{ g }^{12}\text{C}$ 所含原子的微粒个数，结果约为 6.02×10^{23} ，这样的一个微粒数集合体作为单位物质的量所含微粒个数的计量单位——阿伏加德罗常数 (N_A)。为什么要引入微粒集合体 N_A 呢？教学中通过列举这样一个事例供学生思考和讨论：某公交公司每天可收入几大麻袋的一元硬币，我们如何尽快求得硬币的个数（多少钱）？开始，学生回答以 1 个硬币为单位质量再称量硬币总质量得到。经讨论，考虑误差后，他们发现用 10 个硬币作为单位质量将更准确。这时教师继续追问，如果是一分的硬币呢？学生们不约而同地回答用 100 个，1000 个，……。此时，若以 100 个硬币作为一个单位质量集合体，再把硬币总质量除以单位质量集合体得到硬币数量。对于肉眼看不见的微粒而言，要选择的集合体所包含的微粒个数多还是少？学生不难得到“多”的概念，从而进一步感受到科学上引入阿伏加德罗常数这个微粒数集合体的目的、意义和价值。

3. 物质的量是什么？单位物质的量的微粒个数和物质质量分别是多少？

物质的量是国际单位制中七大基本物理量之一。它是联系物质的质量与微粒数量的桥梁，故名“物质的量”。从微观上看，规定含阿伏加德罗常数个微粒的物质的量为 1 mol 。在理解的基础上，学生对物质的量、摩尔和阿伏加德罗常数三者用连线的方式进行辨析（如图 1）；



图 1 概念理解辨析图

从宏观上看，单位物质的量的物质质量是否相同呢？科学进行测定发现，单位物质的量的不同物质其质量却不一定相同，但数值上与该物质的相对分子质量相当，这就是不同物质的摩尔质量。通过对这些概念的分析与讨论，并在教师的引导下构建了相关概念间的逻辑关系，结构如图 2 所示。

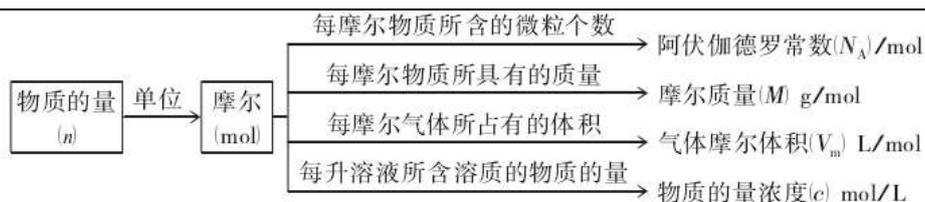


图2 物质的量概念逻辑结构图

4. 不同物理量之间有何联系，如何进行相互关系的数学表征

学生在上述概念逻辑架构完成后，进一步分析并建立概念之间的相互关系。学生始终围绕“物质的量”这个核心“桥梁”，联系宏观量（质量、体积）与微观量（微粒个数），构建互为一体的网络关系，如图3，逐一建立以物质的量为纽带的数学表征关系式，从中进一步感受到物质的量的纽带作用与桥梁意义。网络图的构建也是知识逻辑结构教学的重要环节，主要解决同级或不同级知识之间的相互联系、转换及应用。

在以上的架构教学完成后，学生普遍感到“物质的量”单元中概念和公式虽多，但实际并不复杂，关键要厘清概念的来龙去脉及其相互关系。

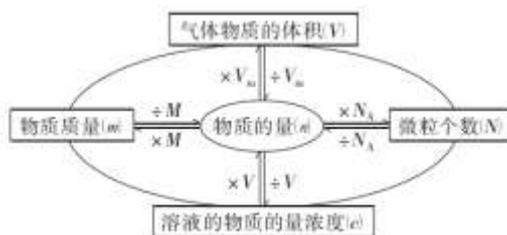


图3 物质的量概念关系网络结构图

主题1：化学科学与实验探究（2）

内容标准

1.3 化学实验

认识化学实验是研究和学习物质及其变化的基本方法，是科学探究的一种重要途径。

初步学会物质检验、分离、提纯和溶液配制等化学实验基础知识和基本技能。

学习研究物质性质，探究反应规律，进行物质分离、检验和制备等不同类型化学实验及探究活动的核心思路与基本方法。体会实验条件控制对完成科学实验及探究活动的作用。

1.4 科学态度与安全意识

发展对化学实验探究活动的好奇心和兴趣，养成注重实证、严谨求实的科学态度，增强合作探究意识，形成独立思考、敢于质疑和勇于创新的精神。

树立安全意识和环保意识。熟悉化学品安全使用标识，知道常见废弃物的处理方法，知道实验室突发事件的应对措施，形成良好的实验工作习惯。

1. 学习活动建议

(1) 实验及探究活动：常见气体的实验室制取（如氨气、氯气）；硫酸亚铁的制备；化工生产模拟实验（如制硫酸、制硝酸）；物质成分的检验（如补铁剂中的铁元素）。

(2) 调查与交流讨论：结合实例讨论遵守实验安全规则的重要性，讨论和演练实验室里突发安全事件的应对措施。

2. 情境素材建议

化学研究技术及应用：波谱、色谱、X-射线衍射、飞秒化学、

核心概念

蒸馏
萃取
配制一定物质的量浓度的溶液
条件控制
数据处理

原子示踪技术等；汽车尾气中氮氧化物等污染物的测定、食物中亚硝酸盐等含量的测定等。

3. 学业要求

(1) 具有较强的问题意识，能提出化学探究问题，能作出预测和假设。能依据实验目的和假设，设计解决简单问题的实验方案，能对实验方案进行评价。

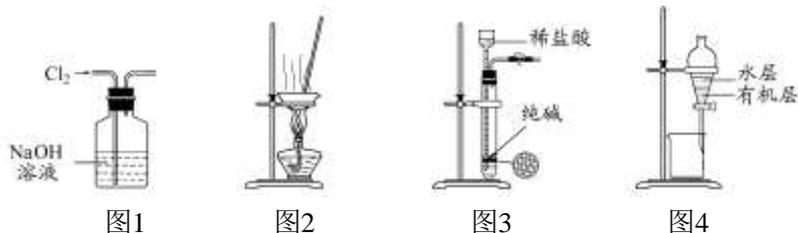
(2) 能运用实验基本操作实施实验方案，具有安全意识和环保意识。能观察并如实记录实验现象和数据，进行分析和推理，得出合理的结论。能与同学合作交流，对实验过程和结果进行反思，说明假设、证据和结论之间的关系，用恰当形式表达和展示实验成果。

(3) 能根据不同类型实验的特点，设计并实施实验。能预测物质的某些性质，并进行实验验证；能运用变量控制的方法初步探究反应规律；能根据物质性质的差异选择物质分离的实验方法；能根据物质的特征反应和干扰因素选取适当的检验试剂；能根据反应原理选取实验装置制取物质。

评价示例

可以综合运用以活动表现评价为主的多种评价方式。有条件的学校可以适当采用实验室现场考查等形式，评价时要注重对学生的科学探究与创新意识素养的考查，并提供一些实验问题，让学生选择性完成。如果没有实验操作条件测试，可以采用纸笔测试，如设计探究实验方案等。本部分评价不宜在实验的原理方面深究。

1. 用下列实验装置进行相应实验，能达到实验目的的是



- A. 用图1所示装置除去 Cl_2 中含有的少量 HCl
- B. 用图2所示装置蒸干 NH_4Cl 饱和溶液制备 NH_4Cl 晶体
- C. 用图3所示装置制取少量纯净的 CO_2 气体
- D. 用图4所示装置分离 CCl_4 萃取碘水后已分层的有机层和水层

评析：本题侧重考查学生对实验装置图的识别、实验基本操作和化学实验原理的掌握程度。以常见的基础实验内容设计试题，意在引导中学化学教学重视对学生实验基本操作技能的培养，凸显“化学以实验为基础”的学科特点。

2. 下列有关物质检验的操作、现象及结论均正确的是

选项	实验操作及现象	实验结论
A	向某溶液中加入盐酸酸化的氯化钡溶液，有白色沉淀生成	该溶液中一定含有 SO_4^{2-}

B	向某溶液中加入稀盐酸，产生的气体通入澄清石灰水中，变浑浊	该溶液中一定含有 CO_3^{2-}
C	向某溶液中加入 NaOH 浓溶液，加热，产生的气体能使湿润的红色石蕊试纸变蓝	该溶液中一定含有 NH_4^+
D	用洁净的铂丝蘸取少量溶液在酒精灯火焰上灼烧，火焰呈黄色	该溶液一定是钠盐

评析：本题的关键是能否根据实验操作和实验现象形成相应的实验结论。重点考查学生对化学实验原理的掌握程度，考查学生基于实验现象进行推理形成结论的能力。试题实验内容源于课本，意在引导中学化学教学应重视教材中的实验活动，关注对实验原理的分析，关注培养学生的“证据推理与模型认知”这一化学学科素养。

3. 人们对物质性质的研究是一种科学探究的过程。预测性质、设计实验、观察现象以及对实验现象进行分析和解释、对实验结论进行整合，都是非常重要的环节。请从氧化还原的角度对硫单质的性质进行探究。（可选用的仪器、药品有：烧杯、试管、集气瓶、酒精灯、石棉网、胶头滴管、铁架台、玻璃棒、燃烧匙、氧气、硫粉、铁丝、铁粉、铜丝、硝酸、酸性 KMnO_4 溶液等）

评析：本题考查了化学 1 的核心知识-硫的转化、氧化还原反应等相关内容。同时将科学探究的重要环节渗透在试题中。此题有一定综合性，又有一定开放性。

4. 下面为一些实验试题，请自行选择其中之一，设计实验方案，经老师同意后在实验室完成实验。

- (1) 有一瓶橙黄色溶液，可能是 FeCl_3 溶液，请设计实验加以鉴定。
- (2) 有一包白色粉末，可能是碳酸钠或碳酸氢钠，请设计实验加以鉴别。
- (3) 有一袋失去标签的化肥，可能是氯化铵或硫酸铵，请设计实验加以鉴别。
- (4) 配制物质的量浓度为 $2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的氯化钠溶液 500 mL。

评析：本题既考查了实验的设计能力，又考查了必修模块中要求的关于实验的核心知识。为了保证实验操作测试的有效性，建议提前公布测试内容，给学生较为充裕的时间进行思考、查阅资料、设计实验，学生准备操作的过程本身就是不断提高的过程。

概念的联系与发展

与初中内容的联系：进一步认识过滤、蒸发等方法在混合物分离和提纯中的运用。在配制一定质量分数溶液的基础上，认识配制一定物质的量浓度的溶液。

与同一年级其他主题的联系：以了解实验操作步骤和训练实验操作技能为主。相关内容在学习钠、铁、氮等元素及其重要化合物的主要性质等知识过程中逐步提高。

与其他年级内容的联系：

1. 学生在配制一定物质的量浓度的溶液时，过于细节的操作和全面的误差分析等不作为基本要求。
2. 有关加深和拓展的实验内容在选修模块《实验化学》主题 2 中继续学习。

问题与建议

这部分内容学习时教师务必把握好教学目标，而确定教学目标需要教师从教材中直观、具体的信息出发，回溯教材编者经历的路程，逐步将这些信息概念化、理性化，进而确定教学的目标、任务与策略。相对而言，知识目标较强调静态的学习结果，较关注知识的获得；认知目标则强调动态的学习过程，更关注知识的生成。后者是促进学生核心素养发展的教学。

在这个分析过程中,教师自身的教学观念对于分析得出的教材理念和教学目标会产生较大影响。下面是一位教师对“萃取”教学内容的教学设计。

问题 1: 什么是萃取?

萃取是指用一种溶剂把溶质从另一种溶剂中提取出来的过程,用来提取溶质的物质叫萃取剂。

问题 2: 如何选择萃取剂?

萃取剂应具备以下条件:溶质在萃取剂中溶解度远大于在原溶剂中的溶解度;与原溶剂不互溶;对欲萃取物以外的物质的溶解度要小;操作完毕时,易于分离;与欲萃取物不发生反应。

问题 3: 萃取操作的注意点有哪些?

演示实验:将溴水倒入分液漏斗中,然后加入四氯化碳,盖上塞子,振摇分液漏斗使其混合均匀(振摇过程中打开分液漏斗的活塞排放气体),静置分层。将下层液体放入小烧杯中,将上层液体从分液漏斗上口倒入另一烧杯中。

问题 4: 如何判断分液漏斗中哪层是水层?

可任取一层的少量液体,置于试管中,并滴少量自来水,若分为两层,说明该液体为有机层,若加水后不分层,则该层为水溶液。

巩固练习(略)。

从这个案例可以看出,教学过程的设计与实施决定于教师对教材的理解和教学目标的设定。教师会根据自己对教学内容与任务的理解确定教学目标,进行选择不同认知水平与层次的问题展开教学。在该案例中,教师带领学生经历了演示实验,理解操作注意事项和习题巩固,完成了“萃取”教学。然而课堂观察发现,学生的思维并未完全打开,课堂的思维容量不大。这是因为尽管该教学是以四个问题串接,但这些问题的开放性并不强,未以问题为焦点来发展知识、技能,未能引发并促进学生高水平的互动,这并不是一个真正基于问题的教学,也不是一次基于认知目标的“二次开发”。

在课后访谈中,该教师这样认为,“萃取作为一种分离物质的方法,在高中阶段不会再重新系统学习了,这节课应该将萃取操作的各注意事项都告诉给学生,让他们知道规范的操作,这样将来他们用萃取方法时就不会出错了。所以尽管教材中没有出现,但我还是在课堂中补充了相关操作技能方面的内容,我觉得这样才能保证教学的完整性和知识的系统性。”

在进行“二次开发”时,教师需要思考以下几个问题:什么对于学生的学习最重要?学生应该达到的目标是什么?哪些学习活动能够帮助学生达到目标?评估学习结果的方法有哪些?也就是说,教师对于教学目标的认识非常关键。在这节课的教学设计中,教师更多关注了“萃取”的知识本体目标,但对于教材在《化学 1》的专题 1 编排该部分教学内容的原因未能充分理解,未能从该内容认知领域的目标出发,教学时缺少关注整个专题教学的宏观视野。

阶段性重难点突破

1. 物质分离方法的认知发展

教师应对物质分离方法这一教学主题进行分解,确定学习活动所涉及的具体认知过程,从而建立对学生有意义的学习顺序。这个过程包括对教材编写理念的解读和演绎,那么,《化学 1》教材究竟为什么将萃取操作放在专题 1 的第二单元呢?对该内容的教学应到怎样的深度?在这节课学生究竟应该掌握什么呢?

从过滤、结晶引出萃取和蒸馏，一方面，专题 1 从学生的已有知识和能力水平出发引出新的知识；另一方面，专题 1 所涉及的萃取等基本原理和实验技能又为整个必修化学奠定了基础。例如，在专题 2 中学生将用萃取的实验方法研究氯、溴、碘间的置换反应。而这些后继知识对于专题 1 学习的基本原理和实验技能也起到巩固与应用的作用。可见，在不同的专题，“萃取”教学的要求是不一样的，对该知识点的认知是一个不断发展的过程。专题 1 教学主要引导学生关注萃取的原理，具体操作不一定细化到位。到了专题 2 中，学生将应用萃取的方法学习从海水提取溴、从海带中提取碘，那时可进一步要求学生讨论实验的注意事项，掌握萃取的基本操作。

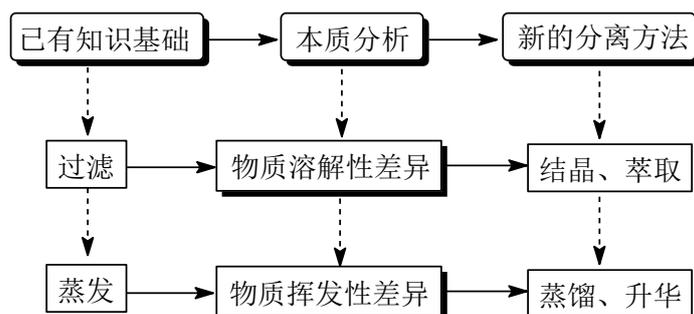


图 1 分离方法的认知发展

再观察“物质的分离与提纯”单元的编排，教材致力于让学生认识到人类认识与改造自然的实验方法的产生与发展：自然存在的物质往往是混合物，而要研究某物质的结构和性质，就需要将混合物各成分分离开来。有些混合物凭外观可以明显看出性质差别，例如悬浊液、乳浊液，可以用过滤或者静置分液的方法分离。而有些从外观无法判断是否为混合物，例如溶液，通过观察与试验，人们发现了加热蒸发的分离方法。人们在选择分离方法时的依据是什么？物质哪些性质的差异可以用来进行分离？不同分离方法的基本原理是什么？

在学习这节课之前，学生在初中已经知道分离可溶与难溶的两种固体时，可以利用溶解性的差异进行过滤。本节课应在此基础上进一步拓展，让学生思考如何利用不同溶质在同种溶剂中溶解性的差异进行分离，以及如何利用同种溶质在不同溶剂中溶解性的差异进行分离，进而认识降温结晶与萃取的原理。可见，这里的萃取内容是作为一种分离物质的方法出现于教材，教学中应更多关注萃取是如何利用物质性质的差异实现混合物的分离，以及这种分离方法与初中已经掌握的过滤、蒸发等分离方法之间的联系与差异是什么，将学生的注意力从操作的规范与实验的细节转移到分离方法的本质及相互关联上。

2. 基于认知目标的教学设计

知识固然是课程重要的学习目标，但不是唯一的学习目标。从认知发展的角度看，知识也绝不仅仅是被记忆的信息，更包括那些可以用来组织、关联相关信息的关系与联系。尤其是在概念学习中，包括概念识别、概念联系与概念运用构成的静态与动态系统，由新旧知识间的联系而建成概念网络是理解和运用概念的基础。

过滤和结晶是学生在初中学过的知识，这两种分离方法利用了不同溶质在同一溶剂中溶解度的差异，它们是“萃取”教学内容的先行组织者，能够激活学生应用所学知识去理解、整合将要学习的新内容。在此基础上提出利用同一溶质在不同溶剂中溶解度的差异实现物质的分离，既是对分离方法与思路的拓展，更建立起不同分离方法之间相互关联的知识结构。因此，确定本节课“萃取”教学的重点为：什么是萃取？为什么将该分离方法称为“萃取”？萃取可用于分离什么样的混合物？萃取和分液有何差别？基于以上分析的教学设计如下。

实验 1: 向水中加入四氯化碳, 观察, 分析。

两种互不相溶的液体混合后会怎样? 哪层在上, 哪层在下? 为什么? 如何将这两种液体分开?

实验 2: 观察碘水与碘的四氯化碳浓溶液, 比较, 分析。

两种溶液颜色的差异说明了什么问题? 如果向碘水中加入四氯化碳, 你认为会出现什么样的现象? 为什么?

实验 3: 向碘水中加入四氯化碳, 充分振荡, 静置, 观察, 分析。

该操作实现了碘的富集, 该叫做什么呢? 楚辞有云: 苍鸟群飞, 孰使萃之。萃者, 集中也。群英荟萃, 亦为此意。因此, 我们将该操作称为“萃取”。

实验 4: 分液

萃取是否得到纯净物质? 如何将水层和四氯化碳层分离? 哪些物质可以从水中提取出碘? 选择萃取剂时应注意什么? 用酒精可以吗? 分液操作应注意什么问题?

实验 1 让学生感知两种互不相溶的溶剂水和四氯化碳相遇时的性质, 认识到两种液体因互不相溶而分为两层, 由于四氯化碳密度比水大, 故上层为水, 下层为四氯化碳。实验 2 让学生观察饱和碘水与碘的四氯化碳浓溶液的颜色, 饱和碘水的颜色较浅, 而碘的四氯化碳浓溶液颜色较深, 学生意识到这是由于碘在水和四氯化碳中溶解度大小不一样(当然, 两种溶液颜色的差异除浓度因素外, 还有不同溶剂的影响, 在本节课上可适当简略处理)。学生认识到同种溶质在不同溶剂中溶解度可能会有较大的差异, 利用这种差异也可以实现混合物的分离。在这两个实验的基础上, 大多数学生能够预测实验 3 的结果。组织良好的学习活动更易于让学生理解概念的本质。实验 1、2、3 及其问题设计具有较高的探究性, 教师根据学习内容的认知目标为学生设计了多个实验步骤作为“脚手架”, 一步步由浅入深, 让学生一直保持着开放性的思考状态, 促进了较高层次认知加工的发生, 帮助学生更加透彻、准确的理解萃取概念。

从“苍鸟群飞, 孰使萃之”到“群英荟萃”。让学生知道“萃”的意思是“集中”。实验 3 将较稀的碘水转化为较浓的碘的四氯化碳溶液, 实现了物质的富集, “萃取”这一名称正由此而来。这段说文解字将化学与生活以及语文学科相联系, 让学生理解了萃取的本质意义, 学会用自己的语言来陈述、理解所学的概念和原理。这种追溯词源的方法既能帮助学生理解概念的本质, 避免与分液方法相混淆, 同时也让化学课堂洋溢着人文情怀。

主题 2: 常见的无机物及其应用 (1)

内容标准

2.1 元素与物质

认识元素可以组成不同种类的物质, 根据物质的组成和性质可以对物质进行分类; 同类物质具有相似的性质, 一定条件下各类物质可以相互转化; 认识元素在物质中可以具有不同价态, 可通过氧化还原反应实现含有不同价态同种元素的物质的相互转化。认识胶体是一种常见的分散系。

2.2 氧化还原反应

认识有化合价变化的反应是氧化还原反应, 了解氧化还原反应的本质是电子的转移, 知道常见的氧化剂和还原剂。

2.3 电离与离子反应

认识酸、碱、盐等电解质在水溶液中或熔融状态下能发生电离。通过实验事实认识离子反应及其发生的条件，了解常见离子的检验方法。

活动实践

1. 学习活动建议

(1) 实验及探究活动：胶体的丁达尔实验；电解质的电离；探究溶液中离子反应的实质及发生条件（测定电流或溶液电导率的变化）；氧化还原反应本质的探究；过氧化氢氧化性、还原性的探究；

2. 情境素材建议

氧化还原反应和离子反应：电离理论建立的化学史料；氧化还原理论建立的史料；日常生活中的氧化还原反应。

3. 学业要求

(1)能依据物质类别和元素价态列举某种元素的典型代表物。能利用电离、离子反应、氧化还原反应等概念对常见的反应进行分类和分析说明。能用电离方程式表示某些酸、碱、盐的电离。能够例举说明胶体的典型特征。

(2)能够例举、描述、辨识典型物质重要的物理和化学性质及实验现象。能用化学方程式、离子方程式正确表示典型物质的主要化学性质。

(3)能从物质类别、元素价态的角度，依据复分解反应和氧化还原反应原理，预测物质的化学性质和变化，设计实验进行初步验证，并能分析、解释有关实验现象。

(4)能利用典型代表物的性质和反应，设计常见物质制备、分离、提纯、检验等简单任务的方案。能从物质类别和元素价态变化的视角说明物质的转化路径。

核心概念

分散质

胶体

电离

电离方程式

丁达尔现象

氧化还原反应

氧化剂和还原剂

评价示例

对于胶体，学生知道是一种分散系，能列举一些生活中的胶体，了解胶体与其他分散系的区别，能利用所学知识对日常生活与生产中的有关现象加以解释即可，不可随意加大深度、难度。离子反应及离子方程式的书写、氧化还原反应的本质认识等都要与元素及其化合物的转化关系相结合，关注原理的实际应用。

1. 在含有大量 H^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 溶液中，还可以大量共存的离子是

A. OH^-

B. CO_3^{2-}

C. Ag^+

D. Mg^{2+}

评析：本题从在指定溶液中“能否大量共存”角度，考查学生对常见离子反应发生条件的掌握情况，引导学生在元素化合物性质的学习过程中，形成“化学反应和物质的存在形态是有条件的”基本化学思想。

2. 下列离子方程式中正确的是

A. Cu 与 FeCl_3 溶液反应： $\text{Cu} + \text{Fe}^{3+} = \text{Cu}^{2+} + \text{Fe}^{2+}$

B. 钠投入水中： $\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2\uparrow$

C. 氯化铝溶液中加足量氨水： $\text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$

D. MnO_2 与浓盐酸共热： $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

评析：本题以学生熟悉的离子反应为素材，从化合物在水溶液中的存在状态、元素及电荷守恒、氧化还原反应中电子转移数目守恒、化学反应的条件等方面，通过离子方程式正误的判断，考查学生正确书写离子方程式的能力，引导学生从微粒的观点认识溶液中的化学反应。

3. 氮化铝（化学式为 AlN ，其中 Al 为 +3 价）广泛应用于电子、陶瓷等工业领域。在一定条件下， AlN 可通过反应： $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{N}_2 + 3\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{AlN} + 3\text{CO}$ 合成。下列叙述正确的是

- A. Al_2O_3 是氧化剂
B. N_2 被氧化
C. AlN 的摩尔质量为 41 g
D. 生成 1 mol AlN 转移 3 mol 电子

评析：本题以新型材料合成为载体，考查学生对氧化还原反应相关概念的了解程度，同时让学生感受到化学在社会发展中的重要贡献。

4. 现有下列物质：①新制氯水，②稀硝酸，③铁，④铜

(1) 将 Fe^{2+} 转化为 Fe^{3+} ，可选用的物质是_____。

(2) 将 Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+} ，可选用的物质是_____。

评析：本题侧重考查铁及其化合物的重要化学性质-氧化性和还原性，通过选择氧化剂和还原剂的形式，构建了学生有关 Fe 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 间转化关系的知识网络，加深了学生对常见氧化剂、还原剂的理解掌握。

概念的联系与发展

与初中内容的联系：物质分类要注意初、高中的衔接，如酸、碱、盐从电解质角度的定义；简单复分解反应的离子方程式书写等。

与同一年级其他主题的联系：能利用离子反应检验常见离子，如 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 、 NH_4^+ 等。在必修学习中，只要求单一离子的检验，暂不要求书写较复杂的离子方程式。

与其他年级内容的联系：

1. 化学 1 模块中，弱电解质的电离及电离方程式的书写暂不作要求，在选修模块中学习（见《化学反应原理》主题 3 内容标准第 1 点）。
2. 氧化产物和还原产物的概念、氧化性和还原性强弱的判断、电子得失守恒原理在化学计算等方面的应用等内容暂不作要求，应随着学生学习的过程逐渐深入。
3. 胶体的渗析、凝聚、布朗运动和电泳等不作要求。胶体的凝聚在《有机化学基础》模块油脂、蛋白质中会学习到。
4. 在后续学习中逐步完善物质的分类方法，如《化学反应原理》中的强、弱电解质；《物质结构》中的离子化合物、共价化合物等。

问题与建议

课程标准中关于“胶体”的要求仅是“知道胶体是一种常见的分散系”，根据课程标准中的“内容标准”研制更具体、可操作性的“表现性评价标准”，在教学内容的广度和深度上明确可以考查的内容和要求，是保持评价和课程标准的一致性的的重要途径。

教材能直观反映教材编写专家对课程标准的理解，体现了他们的专业智慧，因此，加强教材研究能帮助广大一线教师理解课程标准。尤其是通过对不同版本相关教学内容的比较研究，找出其内容呈现相同或相似的部分。如课程标准对胶体知识内容的广度虽没有明确界定，但通过比较几种版本教材可发现，胶体的概念和胶体的丁达尔效应等放在教材正文中，反映了对其具体内容的基本要求，而电泳、聚沉等胶体的性质用科学视野、知识点击、资料卡片

等方式呈现,反映了其拓展性。再比较呈现不同的内容,对照标准分析其合理性,如 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的制备和渗析等问题,不同版本教材处理的方式不同,此时需要教师根据学生的学习基础和认知需求设计教学,不轻易作过多拓展,避免教学中出现内容膨胀和难度拔高的现象。

阶段性重难点突破

以“电解质的电离”为例

1. 合理设置实验活动

学生活动 1: 设计实验并验证物质是否导电,揭示物质导电本质。

实施过程: 教学中,依次设计金属铜和 NaCl 溶液的导电实验,对学生已有认知产生冲击。教师设计 2 个问题引导学生思考: ①灯泡发亮,推测 NaCl 溶液中微粒运动有何特点? ② NaCl 溶液中有哪些微粒? 它们与电子有何共同特点? 学生发现,只要物质中含有自由移动的带电微粒,通电后,均能导电。

设计意图: 导电性实验是认识电解质和非电解质的工具,正确认识导电性实验装置具有重要意义。物理学科中导电实验和化学学科中导电实验的宏观现象相同,归结于本质相同。学生利用金属铜导电实验装置验证 NaCl 溶液导电时,已经抓住灯泡发亮这一宏观特征,在第 2 个问题的提示下,找出溶液中离子和金属导体中电子的共同特点,才真正理解物质导电的本质是自由移动的带电微粒作定向移动,而不局限于电子这一种微粒。设计实验,探查学生对宏观表征的理解程度,及时纠正和完善,有利于向微观表征转换。

2. 提供丰富的宏观例证

学生活动 2: 测定化合物导电性,总结导电规律,建构“电解质”概念。

实施过程: 教学中,分别对化合物的固态、液态、水溶液等物质进行导电性实验,从 3 个方面总结: ①哪些化合物在水溶液中或熔融状态下均能导电? ②哪些化合物只能在水溶液中导电? ③哪些化合物在水溶液中或熔融状态下均不能导电? 当学生结合某一典型代表物再次审视这些规律时,突然顿悟,导电可以将化合物一分为二,自主建构起电解质和非电解质的概念。

设计意图: 人的思维发展水平需要经历可感知的、直观的到抽象的、概括化的发展历程。教学中提供大量样本进行实验,有利于提取共同的特征信息。化学核心概念的表观特征是外在的、宏观的和表象的,概念的具体例证越丰富,表观特征就越明显。

3. 微观动态化

学生活动 3: 动态模拟“电子定向移动”和“离子定向移动”的过程。

实施过程: 教学中,将金属导电过程中电子运动由自由变为定向的瞬间制作成动画,学生可以清晰地看见电子在外电场的作用下挣脱金属阳离子束缚的过程,感受到微粒之间的相互作用; 同样,将 NaCl 溶液导电时离子运动由无序变有序的瞬间制作成动画,看见阴、阳离子分别有序移向两极,纠正了 NaCl 溶液中存在电子的错误想法,从而正确认识金属导电和电解质溶液导电的本质差异。

设计意图: 微粒之间的相互作用使微观粒子有别于宏观物体,宏观现象是存在相互作用的微粒聚集体的整体表现。生动形象的动态模拟,使学生对微粒间的相互作用以及物质结构与性质的关系有了深层次的理解。

4. 微观图像化

学生活动 4: 图像描绘化合物在水分子作用下,受热熔化时发生的变化。

实施过程: 电离是一个微观的过程,用图像分别描绘出 NaCl 固体溶于水及熔化、 HCl

分子溶于水、蔗糖溶于水时微观粒子发生的变化。以 NaCl 溶于水为例，对于在水分子作用下究竟变成自由移动的 Na^+ 和 Cl^- 还是水合钠离子和水合氯离子产生分歧，结合已学知识解释其合理性，形成正确认识；学生观察到“NaCl 固体不导电，当加热到熔化时灯泡亮了起来”的实验现象后，分析离子的“不自由”到“自由”与加热的关系，NaCl 固体受热时离子运动加快，离子间强烈的作用不断减弱直至离子键断裂，热能转化为微粒内能，理解了这一过程，学生就能正确描绘相应的图像。

设计意图：动态模拟虽然给学生留下了深刻的印象，但时间久了易忘，“宏观”“微观”表征图像不仅表现宏观、微观层次各自的变化过程，而且把宏观、微观层次某一瞬间的情境对应起来，可以帮助学生建立起宏观、微观层次相互联系的心像。整个描绘过程是对微观层次物质变化行为的判断，图像表征真实反映学生对这一过程的解释，同时对非电解质概念的理解进入到微观层面。

5. 探寻知识本源

学生活动 5：厘清“电解质”“电离”与“电”的关系。

实施过程：教学经验告诉我们，学生对电解质电离的外界条件通常误解为通电，产生的主要原因可能来自其概念名称中的“电”的干扰。在教学中，把“NaCl 溶液中自由移动离子产生机理”设计成探究活动，学生的观点分成两派，也就是著名的法拉第和阿伦尼乌斯之争——NaCl 溶液中离子产生于电流作用下还是在水分子作用下？带领学生分析变量，控制变量设计实验，探究水分子对离子浓度的影响。

设计意图：学习过程中将对电离本质的错误认识扼杀在萌芽中，还给电离一个真相，有助于学生从根本上理解电离的微观本质以及物质在水溶液中的行为途径。

6. 促进观念建构

学生活动 6：建构“微粒作用观”。

实施过程：教学中，重点分析 NaCl 溶液中自由移动离子产生机理，通过动画模拟，学生亲眼目睹水分子对 NaCl 结构微粒发生作用的过程和结果；从电离角度建立酸、碱、盐的概念，从微观的角度认识酸、碱、盐在水溶液中的存在状态及行为，使学生对溶液的认识从宏观进入微观水平。

设计意图：微粒观是化学研究物质的认识视角之一，其中微粒作用观是物质的微粒性认识和微观角度的核心，物质水溶液体系中的微粒观是深化“微粒观”内涵的关键。电解质溶液中溶质与溶剂、溶质与溶剂的行为是粒子作用的结果，帮助学生建立这一基本理解，有助于认清电解质溶液中各类变化的本质，起到化繁为简的作用。

7. 揭示符号意蕴

学生活动 7：揭示电离方程式蕴含的意义。

实施过程：以 $\text{NaCl} = \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ 为例，教学中，首先分析电离方程式的组成，是由化学式、离子符号、等号组合而成，可以用于符号辨认；根据电离方程式联想到发生了怎样的宏观现象，即符号蕴含的宏观意义，NaCl 溶解在水中以离子形式存在，意味着 NaCl 溶解的过程就是电离的过程，实现了微观表征与符号表征、宏观表征的相互转换；然而化合物溶解不一定都能发生电离，于是引导学生对化学式 NaCl 进行联想，有的认为代表离子化合物，还有的认为代表盐，两者的差异是“离子化合物”指向化合物的成键特点，“盐”指向化合物所属类别。

设计意图：电离方程式是处理电解质电离的思维工具，是电离理论特定的语言符号。

学生不仅要掌握电离方程式本身的宏观和微观意蕴,更重要的是利用知识之间的相互关系在原始信息上进一步推理获得深层意义,直接作用于问题解决。

主题 2: 常见的无机物及其应用 (2)

内容标准

2.4 金属及其化合物

结合真实情境中的应用实例或通过实验探究,了解钠、铁及其重要化合物的主要性质,了解这些物质在生产、生活中的应用。

1. 学习活动建议

(1) 实验及探究活动: 金属钠的性质; 碳酸钠与碳酸氢钠性质的比较; 铁及其化合物的性质实验; 氢氧化亚铁的制备; 溶液中 Fe^{3+} 离子的检验; 用化学沉淀法去除粗盐中的杂质离子。

(2) 调查与交流讨论: 分析调查水体中重金属污染及富营养化的危害与防治。

2. 情境素材建议

金属及其化合物的性质与应用: 补铁剂; 实验室中硫酸亚铁的保存与使用; 印刷电路板的制作; 打印机(或复印机)使用的墨粉中铁的氧化物(利用磁性性质); 菠菜中铁元素的检测; 钠着火的扑救; 钠用作强除水剂。

3. 学业要求

(1) 能根据物质的性质分析实验室、生产、生活以及环境中的某些常见问题, 说明妥善保存、合理使用化学品的常见方法。

(2) 能说明常见元素及其化合物的应用(如金属冶炼等)对社会发展的价值、对环境的影响。

核心概念

酸、碱、盐
两性氧化物
两性氢氧化物
金属、合金

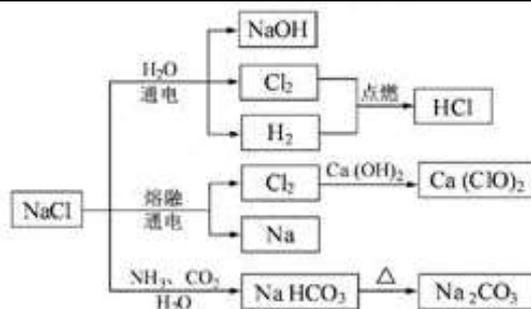
评价示例

由于涉及的元素和化合物较多, 评价时务必抓住主干知识、核心概念。试题贴近学生的生活实际, 考查学生对钠、铝、铁、铜等元素的重要性质的掌握情况。

1. 调查本地区的相关企业资源, 以铁(或钠、铝、铜等)为主题, 查阅资料, 撰写一篇科普小论文。

评析: 采取这种形式, 意在让学生去实践查阅资料, 调查本地区的资源, 提高筛选信息的能力, 既培养学生创新意识, 又提升其社会责任。

2. NaCl 是一种化工原料, 可以制备一系列物质(如下图所示)。下列说法正确的是



- A. 25°C, NaHCO_3 在水中的溶解度比 Na_2CO_3 的大
 B. 石灰乳与 Cl_2 的反应中, Cl_2 既是氧化剂, 又是还原剂
 C. 常温下干燥的 Cl_2 能用钢瓶贮存, 所以 Cl_2 不与铁反应
 D. 图示转化反应都是氧化还原反应

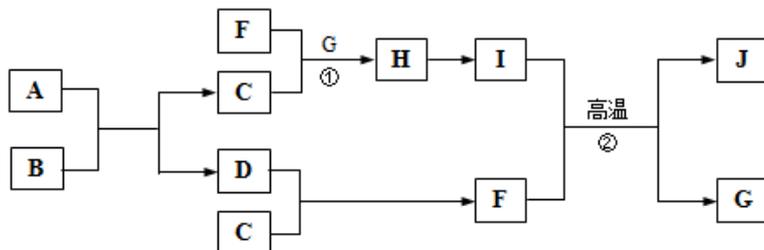
评析: 本题以 NaCl 转化应用为背景, 从物质的溶解性的比较、物质化学性质的应用、化学反应的类型判断、氧化还原反应本质的认识等方面考查了学生对元素及其化合物知识的理解程度和应用能力, 引导学生形成建构元素及其化合物相互转化关系框图的能力, 并关注元素及其化合物知识在工业生产和日常生活中的应用。

3. 实验室有一包白色固体, 可能含有 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 和 NaCl 中的一种或多种。下列根据实验事实得出的结论正确的是

- A. 取一定量固体, 溶解, 向溶液中通入足量的 CO_2 , 观察到有晶体析出, 说明原固体中一定含有 Na_2CO_3
 B. 取一定量固体, 溶解, 向溶液中加入适量 CaO 粉末, 充分反应后观察到有白色沉淀生成, 说明原固体中一定含有 Na_2CO_3
 C. 取一定量固体, 溶解, 向溶液中滴加适量的 AgNO_3 溶液, 观察到有白色沉淀生成, 说明原固体中一定含有 NaCl
 D. 称取 3.80 g 固体, 加热至恒重, 质量减少了 0.620 g。用足量稀盐酸溶解残留固体, 充分反应后, 收集到 0.880 g 气体, 说明原固体中仅含有 Na_2CO_3 和 NaHCO_3

评析: 本题以未知物的检验为背景, 从定性判断和定量分析两个方面综合考查了学生对 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 和 NaCl 性质的理解和应用, 同时也考查了学生思维的全面性、缜密性和灵活性, 对学生的基础知识、运算能力、思维品质及化学素养有较高要求。

4. 有关物质的转化关系如下图所示 (部分物质和条件已略去)。A 是常见的金属单质, B 是常见的强酸, E 是空气中含量最多的单质, I 是既能与强酸又能与强碱反应的氧化物, G 是最常见的无色液体, J 是一种高硬度材料 (摩尔质量为 $41 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$)。



请回答下列问题:

- (1) D 的化学式为: _____。 (2) F 的电子式为: _____。
 (3) 写出反应①的离子方程式: _____。 (4) 写出反应②的化学方程式: _____。

评析：本题以铝、氮等单质及其化合物的转化为线索，植入工业制备氮化铝的陌生情境，通过框图形式考查学生对相关元素及其化合物性质的了解程度和分析推理能力，以及对信息的获取和应用能力。试题意在引导学生对知识进行归纳整理，注重掌握常见物质的特征性质，构建主干知识网络，掌握科学的学习方法。

概念的联系与发展

与初中内容的联系：在初中所学金属通性、金属活动性顺序表等基础上，进一步认识不同金属性质的差异、多种金属化合物的性质、金属及其化合物间的转化关系。

与同一年级其他主题的联系：

在化学 1 模块中，不要求介绍碱金属性质递变规律，在必修 2 模块主题 1 中学习。

在铁及其化合物的学习中，提升对物质的氧化性、还原性等知识点的理解。

与其他年级内容的联系：

1. CO_3^{2-} 与酸的分步反应， CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 Al^{3+} 、 AlO_2^- 等离子的水解反应等内容在选修模块中学习（见《化学反应原理》主题 3 内容标准第 4 点）。
2. 在必修阶段不要求从定量角度讨论氧化铝和氢氧化铝的两性。 Fe^{3+} 和 Fe^{2+} 之间的相互转化仅限于 Fe^{3+} 分别与 Fe、Cu 的反应，以及 Fe^{2+} 与 Cl_2 的反应。
3. 金属与合金材料在《化学与生活》模块主题 2 中会详细学习。
4. 金属的电化学腐蚀在《化学反应原理》模块、《化学与生活》模块主题 2 都有不同层次的学习要求。
5. 金属键和金属晶体的内容在《物质的结构与性质》模块主题 2 中学习。

问题与建议

从目前教学期刊上发表的“碳酸钠和碳酸氢钠”教学课例来看，将实验创新成果融入课堂教学的现状并不乐观。如比较 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 的热稳定性选用套管实验，二者与酸反应应用等质量的 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 粉末与稀盐酸反应的实验， CO_2 气体与 Na_2CO_3 溶液反应采用 CO_2 气体通入饱和 Na_2CO_3 溶液实验的剪辑视频。目前部分教师还存在一种错误的认识，认为按照教科书上的实验方案做了实验探究，就能很好地完成了实验教学。殊不知教科书编写的意图是“要有助于发挥化学教师的创造性，应留给教师较大的创造空间，使教师在实践中充分发挥教学的主动性和创造性”。

（一）相关实验设计的分析

1. Na_2CO_3 、 NaHCO_3 的固体热稳定性实验

方案一是将 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 固体分别装在两支试管中，用酒精灯加热，将可能生成的气体通入澄清石灰水中，实验现象明显。缺点是分别做两次实验，需两次加热，实验加热环境不同，因此实验对比性差。

为使实验对比性强，设计方案二套管实验。实验装置如右图所示，实验现象明显，且只需一次加热。但此实验把不易分解的 Na_2CO_3 固体放在温度较高的外管，把易分解的 NaHCO_3 固体放在温度较低的内管。这是在 NaHCO_3 比 Na_2CO_3 容易分解的前提下设计的，实验预设性太强，缺乏探究性。



2. Na_2CO_3 、 NaHCO_3 与稀盐酸反应的实验

方案一设计了 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 粉末与稀盐酸反应的对比实验。实验如下：“在两支

试管中分别加入 3 mL 稀盐酸，将两个各装 0.3 g Na_2CO_3 或 NaHCO_3 粉末的小气球分别套在两支试管口。将气球内的 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 同时倒入试管中。”通常观察到 NaHCO_3 固体与稀盐酸反应速率比 Na_2CO_3 固体与稀盐酸反应速率大。事实上，两个反应速率大小与如下三个因素有关：一是 Na_2CO_3 与盐酸发生分步反应；二是颗粒大小，无水 Na_2CO_3 固体颗粒较大， NaHCO_3 晶体颗粒较小；三是热效应， Na_2CO_3 固体溶解以及与盐酸反应均是放热， NaHCO_3 晶体溶解以及与盐酸反应均是吸热。两个反应速率大小除了 Na_2CO_3 与盐酸发生分步反应的影响因素外还有两个影响因素，而对比实验中只考虑一个影响因素，因此不符合对比实验基本要求。

苏教版的方案二设计了 Na_2CO_3 溶液与浓盐酸反应实验，仍不能解决 Na_2CO_3 溶液和稀盐酸发生分步反应的机理。

3. 饱和 Na_2CO_3 溶液与 CO_2 气体反应的实验

有教师认为，向饱和 Na_2CO_3 溶液中通入 CO_2 气体没有什么好研究的， NaHCO_3 溶解度比 Na_2CO_3 小，通入 CO_2 气体后很快会析出白色晶体，教材没有要求做此实验就不做了。但是用启普发生器快速生成 CO_2 气体，通入饱和 Na_2CO_3 溶液中，20 几分钟后才有微量晶体析出，做过此实验的教师都认为不适宜作课堂演示实验。有教师在课堂中演示了如下实验：用大理石与稀盐酸反应生成的 CO_2 气体和用雪碧（饮料）产生的 CO_2 气体，分别通入饱和 Na_2CO_3 溶液中，约 3 min 均出现白色沉淀。该教师将 CO_2 气体通入过饱和 Na_2CO_3 溶液中，析出的是碳酸钠晶体。

（二）学生学习困惑和教师教学困扰

1. Na_2CO_3 溶液与稀盐酸分步反应

学生的困惑：受“盐和酸反应生成新盐和新酸”的定向思维影响，总认为向 Na_2CO_3 溶液中滴加稀盐酸就会生成 NaCl 和 CO_2 气体。

教师的困扰：向盛有 Na_2CO_3 溶液的试管中滴加稀盐酸至过量，起初产生少量微小气泡，随后产生气泡似乎增多，实验现象不直观，不能断定是否生成了 NaHCO_3 ，只能在理论层面上给学生讲述分步反应机理。

2. Na_2CO_3 溶液与 CO_2 气体反应

用大理石与稀盐酸反应生成的 CO_2 气体中含有 HCl 气体，教师强调因 CO_2 气体会与 Na_2CO_3 溶液反应生成 NaHCO_3 ，则通过饱和 Na_2CO_3 溶液洗气来除去 HCl 气体，不能通过 Na_2CO_3 溶液洗气。

学生的困惑：教师没有做过 CO_2 气体与 Na_2CO_3 溶液反应实验，只作了类比推理。

教师的困扰： CO_2 气体通入饱和 Na_2CO_3 溶液实验不适宜作课堂演示实验，只能作类比推理。 CO_2 气体能与 CaCO_3 悬浊液反应生成 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液，则 CO_2 气体也能与 Na_2CO_3 溶液反应生成 NaHCO_3 。

阶段性重难点突破

“从铝土矿到铝合金”属于元素化合物知识范畴，根据本单元内容特点和教学任务，从“从铝土矿中提取金属铝”的工业生产过程入手，将其过程简化为如下流程图（图 1），再将教学任务以问题形式融入流程图中，让学生主动参与到教学过程中。



图1 “从铝土矿中提取金属铝”工业流程图

问题 1: 流程图中从“铝土矿”到“ Al_2O_3 ”这三步的目的是什么?

问题 2: 铝土矿中的 Al_2O_3 和 NaOH 溶液反应生成偏铝酸钠 (NaAlO_2) 和水, 写出此反应的化学方程式和离子方程式, 在该反应中, 氧化铝体现了什么性质?

问题 3: 从氧化物及其对应水化物之间物质类别的关系看, 氢氧化铝可能属于什么化合物? 请设计有关实验证明你的猜想。

问题 4: 在偏铝酸钠溶液中通入 CO_2 气体, 生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的同时生成 Na_2CO_3 或 NaHCO_3 , 请写出有关反应的化学方程式或离子方程式, 你认为在实际工业生产中生成的主要是 Na_2CO_3 还是 NaHCO_3 ? 为什么?

问题 5: 课后自主解决, 在电解氧化铝时为什么要加入冰晶石? (下节课汇报)

该流程中涵盖了工业生产中所涉及的主要化学原理, 它们都是中学化学的重要基础知识。所设计的相关问题都来自于流程图所提供的的相关信息, 问题 1 起到导引作用, 培养学生的概括总结能力, 问题 2 和问题 3 培养学生对比分析能力和自学能力, 为氧化铝和氢氧化铝的两性学习作好铺垫, 问题 4 培养学生具体问题具体的分析能力和知识应用能力, 问题 5 培养学生自主解决问题能力。通过这样的教学设计, 使学生感觉到所学知识并不是死的知识, 而是有灵魂的, 有实际应用的, 更重要的是本节教学目标的达成都是由学生自主完成。因此在具体教学过程中应根据相关教学内容选择合适的教学思路以达到教学效果的最大化。

转化流程图是一个具有程序性特点的组织结构, 它是将研究对象放在特定过程中, 根据其所发生变化的关键性节点按照一定顺序组织起来的结构简图, 它能直观地反映出研究对象的变化过程。中学化学主要将其用于描述物质间的转化过程及物质制备过程, 转化流程图是学习元素化合物的一种重要载体, 不仅有利于学生从整体上把握物质的流向, 感受化学来源于生产实际又服务于生产实际, 更有利于培养学生提取信息、加工信息从而获取知识的能力 (即学习能力)。

主题 2: 常见的无机物及其应用 (3)

内容标准

2.5 非金属及其化合物

结合真实情境中的应用实例或通过实验探究, 了解氯、氮、硫及其重要化合物的主要性质, 认识这些物质在生产中的应用和对生态环境的影响。

1. 学习活动建议

(1) 实验及探究活动: 氯气的制备及性质; 氯水的性质及成分探究; 氨气的制备及性质; 铵盐的性质; 浓、稀硝酸的性质; 氮氧化物的性质与转化; 不同价态含硫物质的转化; 二氧化硫的性质; 浓硫酸的性质; 溶液中 NH_4^+ 、 CO_3^{2-} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 等离子的检验;

(2) 调查与交流讨论: 从含硫、氮物质的性质及转化的视

核心概念

(强) 氧化性、还原性
漂白性
离子反应
氧化还原反应
酸、碱、盐
酸性氧化物

<p>角分析酸雨和雾霾的成因、危害与防治；分析调查水体中重金属污染及富营养化的危害与防治；讨论日常生活中含氯化化合物的保存与使用。</p> <p>2.情境素材建议</p> <p>非金属及其化合物的性质与应用：火山喷发中含硫物质的转化；“雷雨发庄稼”；氮的循环与氮的固定；工业合成氨、工业制硫酸（或硝酸）；氮肥的生产与合理使用；食品中适量添加二氧化硫的作用（去色、杀菌、抗氧化）；含氯消毒剂及其合理使用；氯气、氨气等泄漏的处理；酸雨的成因与防治；汽车尾气的处理。</p> <p>3.学业要求</p> <p>(1)能利用典型代表物的性质和反应，设计常见物质制备、分离、提纯、检验等简单任务的方案。能从物质类别和元素价态变化的视角说明物质的转化路径。</p> <p>(2)能根据物质的性质分析实验室、生产、生活以及环境中的某些常见问题，说明妥善保存、合理使用化学品的常见方法。</p> <p>(3)能说明常见元素及其化合物的应用（如合成氨等）对社会发展的价值、对环境的影响。能有意识运用所学的知识或寻求相关证据参与社会性议题的讨论（如酸雨和雾霾防治、水体保护、食品安全等）。</p>	<p>硅酸盐材料</p> <p>钝化</p> <p>氮循环</p> <p>可持续发展和绿色化学</p>
--	---

<p>评价示例</p> <p>试题考查学生对氯、硅、硫、氮等元素的重要性质的情况和对学生所处生态环境的影响，要求学生能够依据提供的资料和信息，获取并归纳元素化合物的性质，并能设计简单的实验探究物质性质，具备研究物质性质的基本思路。</p> <p>1. 常温下，下列物质可以用铝制容器盛装的是</p> <p>A. 氢氧化钠溶液 B. 稀硫酸 C. 浓盐酸 D. 浓硝酸</p> <p>评析：本题以常见的碱、酸溶液的盛装为背景，考查学生对铝单质的性质尤其是铝在浓硝酸中钝化性质的了解和掌握情况。</p> <p>2. 下列各组物质，不能按右图（“→”表示反应一步完成）关系转化的是</p> <table border="1" data-bbox="311 1545 837 1792"> <thead> <tr> <th>选项</th> <th>a</th> <th>b</th> <th>c</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>S</td> <td>SO₃</td> <td>H₂SO₄</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>SiO₂</td> <td>Na₂SiO₃</td> <td>H₂SiO₃</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>AlCl₃</td> <td>NaAlO₂</td> <td>Al(OH)₃</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>Cu</td> <td>CuO</td> <td>Cu(OH)₂</td> </tr> </tbody> </table> <div data-bbox="941 1612 1093 1724" style="text-align: center;"> <pre> graph TD a --> b a --> c b --> c </pre> </div> <p>评析：本题以含硫、含硅、含铝和含铜等元素的物质间转化为背景，建立氧化物、酸、碱、盐等之间的转化模型，揭示其中的转化规律，引导学生形成建构元素及其化合物相互转化关系网络图的能力。</p> <p>3. 下列有关物质的性质与用途具有对应关系的是</p> <p>A. SO₂具有氧化性，可用于漂白纸浆</p>	选项	a	b	c	A	S	SO ₃	H ₂ SO ₄	B	SiO ₂	Na ₂ SiO ₃	H ₂ SiO ₃	C	AlCl ₃	NaAlO ₂	Al(OH) ₃	D	Cu	CuO	Cu(OH) ₂
选项	a	b	c																	
A	S	SO ₃	H ₂ SO ₄																	
B	SiO ₂	Na ₂ SiO ₃	H ₂ SiO ₃																	
C	AlCl ₃	NaAlO ₂	Al(OH) ₃																	
D	Cu	CuO	Cu(OH) ₂																	

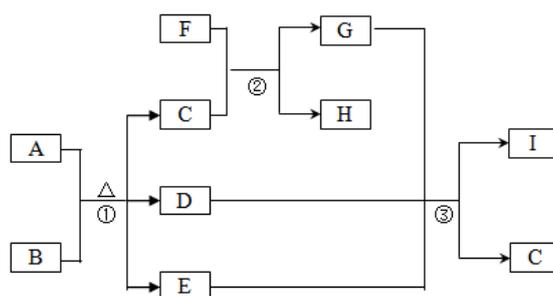
B. NaHCO_3 能与碱反应，可用作焙制糕点的膨松剂

C. 浓硫酸具有脱水性，可用于干燥氢气

D. MgO 、 Al_2O_3 熔点高，可用于制作耐火材料

评析：本题以常见非金属、金属化合物的性质与用途的对应关系为背景，建立“性质决定用途”的关系，帮助学生认识化学物质在生产、生活中的应用，引导学生对与化学有关的问题作出正确的价值判断。

4. 有关物质的转化关系如下图所示（部分生成物与反应条件已略去）。A 是常见的非金属固体单质，F 是紫红色的金属单质，B、C 是常见的强酸，D、G、I 是常见的气体，D 与 I 的组成元素相同，且 D 的相对分子质量比 I 的大 16。E 是最常见的无色液体。



请回答下列问题：

- (1) E 的电子式为_____。
- (2) H 的化学式为_____。
- (3) 写出反应①的化学方程式：_____。
- (4) 写出反应③的离子方程式：_____。

评析：本题以硫、硫氧化物、氮氧化物、硫酸、硝酸等单质及其化合物的转化为线索，通过框图形式考查学生对相关元素及其化合物性质的了解程度和分析推理能力，以及对信息的获取和应用能力。试题意在引导学生对知识进行归纳整理，注重掌握常见物质的特征性质，构建主干知识网络，掌握科学的学习方法。

5. 硫单质、 SO_2 、 SO_3 和硫酸是重要的含硫元素物质，它们之间可以相互转化。

- (1) 绘制它们之间的转化图，写出主要的化学方程式。
- (2) 请用简洁的语言描述它们的主要性质和用途。
- (3) 除此之外，你还知道哪些硫元素家族成员？试举例
- (4) 从中选择你感兴趣的含硫物质，查资料，写一篇小论文，谈谈你对它各个方面的认识。

评析：本道题考查的是硫及其化合物的知识，既是对学生已学知识的进一步整合，促进知识的结构化和系统化，又考查学生对含硫物质的整体认识，也给学生拓展视野、自主选择、实现个性需求的空间。

概念的联系与发展

与初中内容的联系：在初中所学氢气、氧气、常见的酸等基础上，进一步认识不同非金属单质及其化合物的性质、非金属单质及其化合物间的转化关系。

与同一年级其他主题的联系：

1. 在化学 1 模块中，不要求介绍卤族元素性质递变规律，在必修 2 模块主题 1 中学习。
2. 在本专题硫、氮及其化合物的学习中，逐渐提升对氧化还原反应的理解和应用能力。

与其他年级内容的联系:

1. CO_3^{2-} 与酸的分步反应, CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 Al^{3+} 、 AlO_2^- 等离子的水解反应等内容在选修模块中学习(见《化学反应原理》主题3内容标准第4点)。
2. 实验室制取氯气的装置及操作, 二氧化硫的实验室制法及装置, 几种硅酸盐制品的制备方法, 在相关选修模块中逐步补充。
3. 一氧化氮、二氧化氮在氧气作用下与水反应转化为硝酸的定量关系暂不作要求。复杂的氧化还原电子得失守恒关系计算, 在选修模块逐渐加深。
4. 对有关非金属及其化合物知识的学习, 一般暂不作结构上的分析, 相关内容在选修模块《物质结构与性质》中学习。

问题与建议

教材序指的是教材内容以不同的栏目形式、一定的学科逻辑予以呈现, 往往体现了编者对课程内容的理解及学生身心发展规律。认知序指的是与学习者学习水平、认知特点相适应的学习路径。组织与优化教学过程是实现有效教学的基础和前提, 优化认知序是实现有效教学的关键和核心。

在实际的教学中, 我们要以教材内容的编排顺序为基础, 创新教学设计, 着眼于学生最近发展区, 促进学生主动、自主的建构认知结构, 不能受限于教材序, 而要创造性地使用教材, 契合学生的认知发展规律, 以优化教学过程。

(一)“氯气和水、碱反应”教学分析

1. 教材序分析

氯气和水、碱反应的教学内容在教材中是以“活动与探究”栏目形式呈现, 首先提出探究性问题, 并提供四组实验方案, 前三组实验方案设计的目的分别是要说明氯气没有漂白性而氯水有漂白作用、氯水呈酸性和氯水中存在 Cl^- 。然后告知: “研究证明, 溶解在水中的部分氯气能与水发生反应, 生成盐酸和次氯酸”。并介绍说明次氯酸具有漂白、杀菌和不稳定性。通过第四组实验来说明氯气与 NaOH 溶液可以反应, 工业生产中和实验室常用氢氧化钠溶液吸收氯气尾气, 并介绍氯气与石灰乳为原料制造漂白粉以及漂白粉应密封保存的原理, 最后介绍“氯气是一种重要的化工原料, 在生活和生产中的应用十分广泛。自来水的消毒、农药的生产、药物的合成的等都需要用到氯气”。教材中知识的呈现体现了生活化, 且按照“性质→制备→应用”的次序呈现。从教材中“活动与探究”的实验内容来看, 其目的是为了研究氯气与水、碱的反应, 同时认识氯水的漂白性。但是学生没有经过自身的思考分析过程来明确为什么要做这些实验? 此外, 既然是已经由教材设定好的实验方案, 何来探究呢? 设计实验4的目的在于说明氯气与碱可发生化学反应, 但这个事实在氯气的制备学习过程中学生就已经得知, 何须再通过实验来证明? 在建构“氯气和水、碱反应”的知识结构时, 学生的已有认知与新信息并没有发生相互作用, 没有充分调动已有认知和经历主动思考过程又何谈知识的自主建构呢?

2. 依据教材序的常见教学过程分析

为了让教材中的实验更好地为教学服务、为学生的知识建构服务, 教师会对教材实验栏目进行深度加工, 创造目的明确、探究实在、形式开放的探究实验。并根据学生在“氯气的性质”第一课时中, 已经学习了氯气的物理性质及氯气和单质的反应, 学生已经知道氯气在这一系列变化中的共同特点是化合价降低, 生成-1价 Cl , 同时学生对 H^+ 和 Cl^- 检验的基本方法也是熟知的, 化合价有升必有降的氧化还原基本原理学生也已掌握。根据上述学生的认

知序设计教学思路：让学生思考氯气与水若能发生化学反应，可能会产生何种物质？学生会根据氯气与金属、非金属化合时呈-1价先推测出氯水中可能含有盐酸，此时再通过交流讨论、设计实验方案验证其猜想。当用指示剂或 pH 试纸检验氯水酸性时，会出现褪色的异常现象，得出氯水具有漂白性的结论，通过设计实验证明盐酸和干燥氯气没有漂白性从而得出氯水中应还有其他具有漂白性的物质。然后再根据化合价有升必有降判断出是氯元素的化合价升高，给出次氯酸的化学式为 HClO ，再根据氯气与水的反应类比与碱的反应，并利用该反应制取漂白粉。整个教学过程仍是按照教材内容顺序进行设计。

但采用上述教学过程时次氯酸 (HClO) 的引入显得牵强，尽管按照氧化还原的规律，化合价应该有降有升，因此氯元素的化合价也就上升为+1价，同时也就形成了次氯酸 (HClO)。这样的讲解绝大多数学生听起来觉得很有道理，也很容易理解，但只要思维缜密的学生都会提出质疑，如果反应中氯元素化合价能升高，氧元素的化合价为什么不能升高呢？氯元素化合价要升高，一定升高到+1价吗？+1价的含氧酸一定是 HClO 形式吗？

这些都说明单单从化合价角度分析，得出氯气与水反应生成次氯酸 (HClO) 的结论是不严谨的，只能让学生感觉到教师在刻意传授知识，设计的痕迹太重。由于氯水中 HClO 的分解耗时长，实验效果不明显，教材中并没有安排 HClO 的稳定性实验，所以教师也没有提供相关素材来佐证 HClO 会分解这样的客观事实。同时，对于为什么次氯酸在溶液中主要以分子形式存在？为什么 HClO 的酸性弱于碳酸？教师并没有把这些问题思考过程真实地呈现给学生，是由教师直接告知，这样就造成了学生认知建构的不连续，出现了认知发展的断裂现象。

(二) 更切合学生认知序的“氯气和水、碱反应”的再设计

1. 设计思路

学生对生活中的事物和现象有着强烈的探究的兴趣和愿望，学生期待将所学知识用来解决生活、社会中的实际问题是学生主动认知的强大内驱力，所以从“应用→性质→制备”的顺序开展教学更能调动学生的认知欲。基于学生认知基础，在教学中将教材中氯气先与水再与碱反应的内容安排顺序进行倒置，从氯气与碱的反应进行切入，再到氯气与水的反应，其教学思路如下：先介绍氯气在生产生活中的应用，由生活中常见的“84 消毒液”和“漂白粉”的漂白、制备原理引出 HClO 及其他的漂白杀菌性，根据增强“84 消毒液”的漂白杀菌原理来说明 HClO 具有的弱酸性及其和水相似的电离能力。提供数字化实验数据分析 HClO 的不稳定性及分解产物。由氯气与碱的反应类比、推测氯气与水的反应产物，通过设计实验进行验证推测。

2. 教学反思

经过优化重组后的“氯气和水、碱反应”的教学过程，充分分析了学生前认知的基础上，找准了知识的起点，遵循了学生的认知序，通过创设体现化学价值观的问题情境，创造性地使用教材。

教材作为学习素材和工具，我们在使用教材时首先要对化学教材进行编排意图、任务活动与学习目标等方面的分析；然后，对教材呈现的素材的内涵进行挖掘，理清其中蕴涵的化学知识，以及这些化学知识之间的联系；接着，着重进行学生认知结构分析等；最后，综合教材分析和学生认知结构分析，以学生最易接受的认知方式组织教学流程，或调整内容呈现顺序，或改变呈现方式，或改进活动设计等，以期能更有效地引导学生构建化学知识结构，并达到教学过程的最优化和提升教师使用化学教材的水平。

阶段性重难点突破

案例一：

“氯气和水、碱反应”教学过程

1. “84 消毒液”的使用说明——次氯酸的漂白、杀菌性和弱酸性

[投影展示]氯气在生产生活中的应用：聚氯乙烯、药物（如马兰酸氯苯那敏片）、制纯硅、制氯化物（如盐酸）、消毒剂（如 84 消毒液）、自来水的消毒。

展示“84 消毒液”，并投影“84 消毒液”的说明书。

[分析]从说明书中可知“84 消毒液”主要成分是次氯酸钠，并介绍化学式为 NaClO 。在使用消毒液时只能对白色衣物进行消毒，不能使用在有色织物上，说明次氯酸钠不仅具有杀菌消毒的效果还具有漂白性。此时，向学生说明漂白一般是指使有机色素褪色的过程，常见的有机色素包括酸碱指示剂、有机染料等。

[演示实验]取 2 mL 84 消毒液于试管中，滴加 2~3 滴紫色石蕊（现象：紫色石蕊试剂先变蓝后褪色，但褪色不明显）。难道次氯酸钠没有漂白性吗？再向上述还未褪色的试管中滴加几滴稀硫酸（现象：马上褪为无色）。为什么加入硫酸后会明显褪色？是稀硫酸有漂白性吗（学生根据初中对稀硫酸的认知可否定这种猜测）？是否是 NaClO 与稀硫酸发生反应的产物具有漂白性？若是两者发生复分解反应则产物是什么？学生会根据较强酸制较弱酸以及 NaClO 属于含氧酸盐，推出其对应的酸为次氯酸，化学式为 HClO ，进而写出反应的化学方程式。

[分析] HClO 具有漂白、杀菌性，再由 HClO 属于酸类物质，可知其必有酸的通性。学生进而会产生疑问， NaClO 与稀硫酸发生复分解反应时，没有产生沉淀、气体和水，为什么该反应能发生，此时教师再进行引导说明， HClO 与水的电离类似也是难电离的电解质，在溶液中主要以分子形式存在，从而明确是 HClO 分子具有漂白、杀菌性，并强调次氯酸分子的漂白是把有机显色物质的结构破坏而使其褪色。说明书中“84 消毒液”起作用需要一段时间的使用方法说明，以及由教师演示通过导管向滴有石蕊的“84 消毒液”中吹气后溶液颜色很快褪去的实验现象可知， HClO 的酸性弱于 H_2CO_3 。

2. “84 消毒液”和“漂白粉”的制备——氯气与碱的化学反应

[分析]“84 消毒液”的生产原理是什么？就是利用 Cl_2 与碱发生反应（制取氯气时的尾气就是用 NaOH 溶液来吸收的）。此时再根据化合价有升必有降可判断出产物有 NaCl ，根据质量守恒可知有 H_2O （在分析为什么不是 +1 价的 H 降低到 0 价生成 H_2 时，学生已经在前一节的学习中知道了 Cl_2 与 H_2 混合光照下会发生爆炸产生 HCl ，从而该推测不合理）。

[讲解]另一种可用来漂白、杀菌的产品——漂白粉，其主要成分为次氯酸钙，再由学生自主写出该反应的化学方程式： $2\text{Cl}_2 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，这样学生就对氯气与碱反应有了知识上的归纳概括（会生成次氯酸盐和盐酸盐）。

[引导]再让学生写出漂白粉起漂白效果的化学方程式：

$\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{HClO}$ （需要说明的是，该反应不能说明 H_2CO_3 的酸性强于 HClO ）

3. 氯气与碱的化学反应——氯气与水的化学反应

[讨论]氯气可溶于水，1 体积水可溶解 2 体积氯气，氯气溶于水的过程中会与水发生反应吗？若反应其产物是什么？学生通过氯气与碱的化学反应这一思考的起点出发自然可推测出氯气与水反应会生成 HClO 和 HCl 。氯气与碱的反应可以理解为氯气先与水反应生成

HClO 和 HCl，然后两种酸再与碱分别生成次氯酸盐和盐酸盐。再引发探究问题：如何设计实验来证明上述猜测？学生交流讨论，提出多种实验方法。

[分组实验]验证氯气与水反应会生成盐酸和次氯酸的假设猜想。展示一瓶呈黄绿色的氯水，为什么呈黄绿色？说明有 Cl_2 ，氯气与水会反应为什么还会残留有氯分子呢？可逆反应概念的提出此刻就顺其自然了。既然氯水中有氯分子也有盐酸，如何设计实验证明氯水的漂白不是由上述两种物质产生的呢？学生会设计出在盐酸中滴加石蕊和干燥氯气中加入有色纸条的实验方案。继续提出问题，若没有干燥的氯气，只有氯水和四氯化碳的情况下，又如何检验 Cl_2 没有漂白性呢？学生根据物质的分离提纯中萃取的原理，会设计出用四氯化碳萃取出氯水中的 Cl_2 ，然后再将缠有色纸条的玻璃棒深入试管中，发现插入四氯化碳层中的纸条不褪色而插入水层的纸条褪色。至此，氯气与水反应的产物已经确定，氯气在自来水消毒中的应用也就适时地引入了。再引导学生发现问题：为什么氯气与水是可逆反应，氯气没有全部与水反应，而氯气与碱反应却能反应完全呢？此时可渗透平衡移动的原理，因为 HClO 与 HCl 不断被消耗，为弥补产物损失，反应物会持续反应直至消耗完全，这也为后续氯水的变质做知识性的铺垫。

4. 数字实验提供数据——次氯酸的不稳定性

提供新制氯水与久置氯水的对比图片。再予以说明氯分子之所以会减少是因为氯气与水反应生成的产物盐酸或次氯酸的含量减少，为了弥补损失，氯分子会不断与水发生反应，从而使氯分子消耗。若用强光照射氯水，利用数字化传感技术对氯水的 pH 变化、 O_2 浓度变化进行测定。

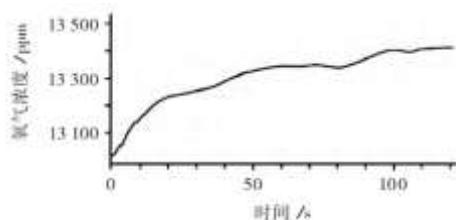


图4 氯水在光照下氧气浓度变化示意图

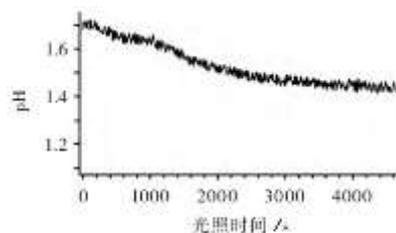


图5 氯水在光照下溶液 pH 变化示意图

学生根据图 4 中氧气浓度随时间变化关系可判断有氧气生成，再根据质量守恒可知 HClO 会分解产生 O_2 ，根据化合价升降规律可知另一产物为盐酸，图 5 中光照后酸性增强的事实也可以佐证这个结论。此时，氯水、“84 消毒液”和“漂白粉”的保存方法自然水到渠成（避光阴暗处，密封保存）。学生也理解了为什么没有直接含有 HClO 的产品，要先制成次氯酸盐。

5. 氯水使滴有酚酞的 NaOH 溶液褪色原因探究——知识的深化

学生已经在上述教学活动中认知了氯水具有酸性和漂白性，据此设计实验：取少量烧碱溶液滴加几滴无色酚酞，再向其中逐滴滴加氯水，红色最终褪去。其原因是什么？学生经讨论可提出两种猜想：猜想 1 是氯水中的 H^+ 与碱中的 OH^- 中和导致褪色；猜想 2 是氯水的 HClO 分子漂白破坏了酚酞的结构导致褪色。如何设计实验证明是哪种原因？方案 1：向褪色后的溶液中滴加 NaOH，若溶液变红则说明是中和导致褪色，若不变红则是漂白导致褪色；方案 2：向褪色后的溶液中滴加酚酞，若溶液变红则说明是 HClO 分子的漂白导致褪色，若不变红则说明是中和导致褪色。最后通过实验证明氯水的漂白是导致褪色的主要原因。

当然，教师在评价时，要说明在向红色酚酞溶液中加入氯水的过程中，必然会发生酸碱中和的过程，开始没有漂白，是由于 HClO 大部分都被碱中和成 NaClO 了，当溶液的碱性

明显减弱时，加入氯水中的 HClO 就可以发生漂白反应了，最终漂白的结果也包含了酸碱中和的贡献。以避免学生产生非此即彼的孤立看问题的错误观念。

案例二：

教学环节 1 提出问题，引入新课

问题素材	教学活动
海洋馆的海水从哪里来？	展示海洋馆和海水素图片，告诉学生海洋馆的海水是用海水素配制而成。海水素的主要成分就是各种盐类，其中 NaCl 的含量最多。氯元素是海水中含量最多的元素。由此引出课题：富集在海水中的元素——氯。

设计意图：由学生熟悉的海洋馆入手，创设教学情境，激趣设疑，引出海水素，由此让学生关注其中的氯元素含量，让学生认识氯元素是一种重要的成盐元素，达到点题的目的。

教学环节 2 创设情境，引导探究

问题素材	教学活动
84 消毒液与洁厕灵为什么不能混合使用？	①播放视频，提出 84 消毒液和洁厕灵不能混合使用的话题，围绕此内容，利用 84 消毒液和硫酸按照给出的实验步骤展开探究，及时记录实验现象如下：84 消毒液和酸反应产生气泡；干红纸无明显现象；湿红纸褪色；蓝色试纸先变红后褪色； AgNO_3 溶液产生白色沉淀； NaOH 溶液无明显现象。 ②针对观察到的实验现象，结合已有的知识以及质量守恒定律、氧化还原反应、离子反应等内容分析氯气的物理性质、化学性质，并有意识在黑板上进行分类整理。

设计意图：创设来自于生活中的真实情境，引导学生进行探究，初步获取关于氯气的物理性质和化学性质。在此过程中，全面培养学生的核心素养，具体分析如下：

探究与创新思维：氯气的性质是在 84 消毒液与酸反应的实验探究中获得的，突出体现了化学实验在建构单质及其化合物性质中的重要作用。同时实验中为了解决环境污染问题，利用废弃的光盘盒自制了反应容器，体现了创新意识的培养。

化学变化与守恒思想：根据实验现象分析氯气所发生的反应，根据质量守恒的思想分析反应后所得到的产物。

宏观与微观相结合：依据氧化还原反应过程中的电子转移情况推测产物，根据实验现象得出氢离子、氯离子的存在等。

寻找证据进行推理：依据生活中的问题设计实验，寻找实验中的现象作为证据进行推理，分析反应产物。在对实验现象进行分析的过程中，建构研究非金属单质的一般思路和方法。

化学学习的社会价值：通过研究 84 消毒液和洁厕灵不能混合使用的原因探究以及实验过程中所使用的以废弃光盘盒为原料自制教具的目的分析，认识氯气对环境产生的影响，知道生活中含氯消毒剂的合理使用方法。

教学环节 3 深入分析，理解性质

问题素材	教学活动
氯气是和氢氧化钠溶液反应,还是溶解于溶液中的水?	演示如下对照实验并引导学生进行分析: (1)取收集满氯气的矿泉水瓶盖已换成橡皮塞),用注射器向内注水,至向下推注射器活塞的手感受到压力为止,摇动矿泉水瓶,观察到瓶身变瘪;换一只盛有氢氧化钠溶液的注射器,继续向上述矿泉水瓶中注入氢氧化钠溶液,摇动矿泉水瓶,观察到瓶身变瘪程度加剧。 (2)进一步研究消石灰与氯气反应制备漂白粉的原理。

设计意图:通过对照实验,引导学生分析氯气和氢氧化钠溶液所发生的反应,深入理解反应的实质。在此过程中,进一步培养学生的核心素养,具体分析如下:

探究与创新思维:通过对比实验的设计,让学生观察到明显的实验现象;通过对实验现象的差异分析,理解氢氧化钠溶液与氯气的反应实质;利用废弃的矿泉水瓶进行实验,本身也体现了一种创新意识。

化学变化与守恒思想:根据实验现象分析氯气和水、氯气和氢氧化钠溶液所发生的反应,进而正确书写相关的化学方程式、分析氧化还原反应中得失电子及离子反应的情况;

宏观与微观相结合:依据矿泉水瓶的瓶身变瘪程度加剧的宏观现象推测在微观上氢氧化钠溶液和氯气之间发生了化学反应;

寻找证据进行推理:根据对照实验的现象差异,深入分析实验原理,寻找证据进行推理,根据氯水中粒子成分,结合质量守恒定律、氧化还原反应、离子反应等知识,准确得出氯气和氢氧化钠溶液反应的生成物;

化学学习的社会价值:通过对照实验,认识氢氧化钠溶液吸收氯气效果更好,可以引导学生在实际生活中遇到氯气泄漏问题时,快速地找到消除污染的试剂,利用所学知识解决实际问题,是社会责任的高度体现。

教学环节 4 解决问题,拓展应用

问题素材	教学活动
84 消毒液与洁厕灵为什么不能混合使用?	(1)应用本节课所学习的知识,解释前面播放的视频中提出的疑问。 (2)总结本节课所学习的氯气的性质和用途,梳理研究非金属单质的一般思路和方法。 (3)提出问题:生活中的 84 消毒液、漂白粉等为什么能杀菌消毒、漂白?

设计意图:通过学生运用本节课所学习的知识解释视频中的疑问,激发学生的社会责任感;通过对所学氯气的物理性质、化学性质和用途的总结,帮助学生梳理出研究非金属单质的一般思路和方法,为后续进一步研究其他物质奠定基础;最后又来自于生活中的 84 消毒液、漂白粉的杀菌消毒、漂白原理问题,引导学生进一步关注化学反应原理,运用化学知识解决实际问题。

主题 3：物质结构基础及化学反应规律

内容标准

3.1 原子结构与元素周期律

认识原子结构、元素性质以及元素在元素周期表中位置的关系。知道元素、核素的含义，了解原子核外电子的排布。结合有关数据和实验事实认识原子结构、元素性质呈周期性变化的规律，建构元素周期律。知道元素周期表的结构，以第三周期的钠、镁、铝、硅、硫、氯，以及碱金属和卤族元素为例，了解主族元素性质的递变规律。体会元素周期律（表）在学习元素及其化合物知识及科学研究中的重要作用。

3.2 化学键

认识构成物质的微粒之间存在相互作用，结合典型实例认识离子键和共价键的形成，建立化学键概念。知道分子存在一定的空间结构。认识化学键的断裂和形成是化学反应中物质变化的实质及能量变化的主要原因。

3.3 化学反应的限度和快慢

体会从限度和快慢两个方面去认识和调控化学反应的重要性。了解可逆反应的含义，知道可逆反应在一定条件下能达到化学平衡状态。知道化学反应平均速率的表示方法，通过实验探究影响化学反应速率的因素。认识化学变化是有条件的，学习运用变量控制方法研究化学反应，了解控制反应条件在生产和科学研究中的作用。

3.4 化学反应与能量转化

认识物质具有能量，认识吸热反应与放热反应，了解化学反应体系能量改变与化学键的断裂和形成有关。知道化学反应可以实现化学能与其他能量形式的转化，以原电池为例认识化学能可以转化为电能，从氧化还原反应的角度初步认识原电池的工作原理。体会提高燃料的燃烧效率、开发高能清洁燃料和研制新型电池的重要性。

3.5 学生必做实验

同周期、同主族元素性质的递变。

化学反应速率的影响因素。

化学能转化成电能。

1. 学习活动建议

(1) 实验及探究活动：自主设计制作元素周期表；焰色试验；探究反应的可逆性；几个常见反应 [如镁、铝与盐酸反应；碳酸氢铵（或碳酸氢钠）与醋酸（或柠檬酸）反应] 的热效应；设计制作简易即热饭盒；用生活中的材料制作简易电池，探究干电池的构成。

(2) 调查与交流讨论：讨论第三周期元素金属性、非金属性的递变，讨论碱金属元素、卤素性质的递变，借助元素周期律预测硒、锗、镓等元素的性质；查阅元素周期律对发现新元素、制造新物质、开发新材料的指导作用，查阅放射性同位素在能源、农业、医疗、考古等方面的应用；讨论化学反应热效应的本质；讨论原电池的工作原理，查阅不同类型电池的特点、性能与用途的资料，调查新型能源的种类、来源

核心概念

元素、核素、同位素
核电荷数
质量数
原子结构示意图
核外电子排布
原子半径
化合价
最高价氧化物
金属性、非金属性
元素周期表
原子序数
周期、族

<p>及利用。</p> <p>2. 情境素材建议</p> <p>(1) 原子结构与元素周期律：元素周期律的发现史料；铝制品的合理使用，用铝和氢氧化钠的反应充氢气球、疏通下水管道；稀土资源、核能的开发与利用。</p> <p>(2) 化学键：化学键存在的证据，如水的三态变化与水分解过程中能量变化的比较；利用化学键讨论化学反应能量变化的本质，如氢气与氯气、甲烷燃烧等反应中能量的变化。</p> <p>(3) 反应的限度和快慢：化学反应存在限度的证据，如高炉炼铁、合成氨、氯化铁与碘化钾的反应、氯气与水的反应等；汽车安全气囊、食物腐败等生活中与化学反应速率有关的现象；催化剂在调控化学反应速率中的作用，如燃料电池、工业制硝酸（或硫酸）、合成氨、汽车尾气处理等反应中的催化剂。</p> <p>(4) 化学反应与能量转化：能源的合理利用，如天然气、丙烷、煤、氢气等燃料的选择与使用，生物质能的获取（如沼气、垃圾焚烧等）与使用；化学反应热效应在生产、生活中的应用，如热敷袋与冷敷袋等；电池的历史沿革和发展，如伏打电池的发现、干电池的改进、燃料电池的应用。</p> <p>3. 学业要求</p> <p>(1) 能画出 1~20 号元素的原子结构示意图，能用原子结构解释元素性质及其递变规律，并能结合实验及事实进行说明。</p> <p>(2) 能利用元素在元素周期表中的位置和原子结构，分析、预测、比较元素及其化合物的性质。</p> <p>(3) 能判断简单离子化合物和共价化合物中的化学键类型，能基于化学键解释某些化学反应的热效应。</p> <p>(4) 能从化学反应限度和快慢的角度解释生产、生活中简单的化学现象。能描述化学平衡状态，判断化学反应是否达到平衡。能运用变量控制的方法探究化学反应速率的影响因素，能初步解释化学实验和化工生产中反应条件的选择问题。</p> <p>(5) 能举出化学能转化为电能的实例，能辨识简单原电池的构成要素，并能分析简单原电池的工作原理。</p> <p>(6) 能结合有关资料说明元素周期表对合成新物质、寻找新材料的指导作用。能从物质及能量变化的角度评价燃料的使用价值。能举例说明化学电源对提高生活质量的重要意义。</p>	<p>元素周期律</p> <p>化学键、离子键、共价键</p> <p>离子化合物、共价化合物</p> <p>电子式</p> <p>同素异形体</p> <p>同分异构现象</p> <p>碳的成键特征</p> <p>化学键</p> <p>吸热反应、放热反应</p> <p>化学能</p> <p>原电池</p> <p>化学反应速率</p> <p>化学反应限度</p> <p>控制反应条件</p> <p>化学平衡</p>
<p>评价示例</p> <p>本主题评价的重点在于学生是否能够学会从微观本质、能量变化以及化学变化有一定限度是可以调控的等多角度、动态的分析较熟悉的化学反应，有意识的运用化学反应原理解决简单的实际问题。除了纸笔测试外，可以适当辅以表现性评价，让学生课外完成。</p> <p>1. 下列化学用语正确的是</p>	

A. HCl 的电子式: $\overset{\text{催化剂}}{\text{H}} \xrightarrow{\Delta} \text{Cl}$

B. 氯离子的结构示意图: Cl^- (核内 18 个质子, 核外 18 个电子)

C. 甲烷分子的比例模型:

D. 核内有 8 个中子的碳原子: ${}^8_6\text{C}$

评析: 本题从分子的电子式、离子结构示意图、核素的表示、有机化合物的模型等方面考查学生的化学用语的识别、转换、应用能力, 引导学生重视化学符号表征能力的培养。

2. 下列物质互为同分异构体的一组是

A. 乙醇和乙酸 B. 丁烷和异丁烷 C. ${}^{12}\text{C}$ 与 ${}^{14}\text{C}$ D. 金刚石和石墨

评析: 本题以 4 组学生熟悉的物质 (或微粒) 为载体, 考查学生对同分异构体的识别能力, 同时考查学生对简单有机物的名称及其结构的正确表达的掌握情况。本题属于容易题。

3. 下列物质中含有离子键的是

A. H_2 B. CO_2 C. NH_3 D. NaOH

评析: 本题以中学化学中常见物质为载体, 考查学生对离子化合物、共价化合物以及共价键和离子键等概念的辨析识别情况。

4. 已知 A、B、C、D、E 是短周期中原子序数依次增大的 5 种主族元素, 其中元素 A、E 的单质在常温下呈气态, 元素 B 的原子最外层电子数是其电子层数的 2 倍, 元素 C 在同周期的主族元素中原子半径最大, 元素 D 的合金是日常生活中常用的金属材料。下列说法正确的是

- A. 元素 A、B 组成的化合物常温下一定呈气态
B. 一定条件下, 元素 C、D 的最高价氧化物对应的水化物之间能发生反应
C. 工业上常用电解法制备元素 C、D、E 的单质
D. 化合物 AE 与 CE 含有相同类型的化学键

评析: 本题要求学生根据元素在元素周期表中的位置、结构和性质的关系, 推断出“H、C、Na、Al、Cl”5 种元素, 考查了学生严密的逻辑推理能力和综合判断能力, 也考查学生对碳的氢化物种类、元素最高价氧化物的水化物酸碱性、常见元素单质的工业制法、化学键类型等知识的应用能力, 体现了对证据推理和模型认知素养的要求。

5. 下表为元素周期表的一部分, 请参照元素①—⑨在表中的位置, 回答下列问题:

族 \ 周期	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	0
1	①							
2				②	③	④		
3	⑤	⑥	⑦	⑧			⑨	

- (1) ③、④、⑧的原子半径由大到小的顺序为_____ (用元素符号回答)。
(2) ⑤、⑥、⑦的最高价氧化物对应的水化物碱性由强到弱的顺序是_____。(用化学式回答)
(3) ②、⑨两种元素形成的某化合物是一种常见的有机溶剂, 该化合物的电子式为_____。
(4) ④和⑧形成的化合物属于_____晶体 (填“离子”“分子”和“原子”), 该晶体中微粒间的作用力为_____。
(5) ②形成的单质与③形成的最高价氧化物的水化物的浓溶液反应的化学方程式为_____。

评析：本题以元素周期表为背景，考查了学生对 1-18 号元素在周期表位置的了解，以及对“周期表反映周期律”作用的认识。同时综合考查了同周期、同主族元素结构与性质的递变规律、化学用语的表达、晶体结构的简单知识。

6. Be、Mg、Ca、Sr、Ba 同属元素周期表IIA 族。我们对 $Mg(OH)_2$ 、 $Ca(OH)_2$ 、 $Ba(OH)_2$ 的碱性、水溶性比较熟悉，但是对 $Be(OH)_2$ 的碱性、水溶性就比较陌生了，你能否利用元素周期表的有关内容预测出 $Be(OH)_2$ 的碱性和水溶性？

评析：本题考查了主族元素的性质递变规律。选择 $Be(OH)_2$ 这种学生不熟悉的物质可以增加试题的考查效率。题给信息既不需要学生记忆各主族元素，符合必修模块的教学要求，又要探究发现性质的递变规律，能做出科学推断。

7. 实验室用大理石和盐酸反应制取 CO_2 。下列措施可使反应速率加快的是

- A. 降低反应温度
- B. 延长反应时间
- C. 粉碎大理石
- D. 加水稀释盐酸

评析：本题以实验室制取 CO_2 的反应为载体，考查学生对影响化学反应速率因素的了解程度。

8. 下列选项描述的过程能实现化学能转化为热能的是



A



B



C



D

评析：本题以生产生活中的实例为载体，考查学生对能量转化的理解程度，引导学生用化学的视角审视生活和工农业生产中的常见现象。

9. “盐水动力”玩具车的电池以镁片、活性炭为电极，向极板上滴加食盐水后电池便可工作，电池反应为 $2Mg + O_2 + 2H_2O = 2Mg(OH)_2$ 。下列关于该电池的说法错误的是

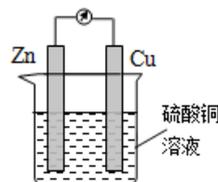
- A. 镁片作为正极
- B. 食盐水作为电解质溶液
- C. 电池工作时镁片逐渐被消耗
- D. 电池工作时实现了化学能向电能的转化



评析：本题以“盐水动力”玩具车的电池为载体，考查学生对原电池工作原理和相关概念的了解程度，引导学生关注身边的化学。

10. 某原电池的工作原理如图所示。下列说法正确的是

- A. 铜片作负极
- B. 锌片上发生还原反应
- C. 电子由铜棒流出
- D. 溶液的颜色逐渐变浅



评析：本题考查了“电池是利用氧化还原反应将化学能转化成电能的装置”的知识点，既从能量转化角度认识化学反应，又建立分析模型揭示原电池的现象本质和规律。

11. 影响化学反应速率的外界条件主要有浓度、温度、催化剂等因素。现提供如下试剂与仪器：表面积大致相同的铜箔，镁条，铁片，盐酸 ($0.5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$)，盐酸 ($3 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$)，块状碳酸钙，碳酸钙粉末，3% H_2O_2 溶液，二氧化锰粉末， $FeCl_3$ 溶液，试管，药匙，镊子，胶头

滴管，酒精灯，试管夹，导管，水槽，量筒。请设计实验证明上述因素对化学反应速率的影响。

评析：本题考查了影响化学反应速率的主要因素以及进行对照实验的设计能力。所提供的物品均为学生所熟悉，发生的化学反应也是学生接触较多的，淡化了对反应原理的考查难度，提高了对影响化学反应速率因素的考查效度，也有助于学生证据推理素养和科学探究素养的提升。

概念的联系与发展

与初中内容的联系：

1. 在初中有关原子结构知识的基础上，学习原子核外电子的排布；在初中有关化合价概念基础上，学习化合价与核外电子排布的关系；在初中有关元素概念基础上，学习核素。由认识部分元素的原子结构示意图到能画出1~18号元素的原子结构示意图。

2. 在初中有关反应条件如碳酸钙高温煅烧、反应现象如燃烧放热等基础上，了解吸热反应和放热反应的涵义，认识提高燃料的燃烧效率的重要性，加深控制反应条件在生产和科学研究中的作用意识。

与同一年级其他主题的联系：

1. 核素、同位素的概念在必修1模块学习，元素周期律在必修2模块学习。

2. 在前一专题学习化学键、离子键、共价键概念的基础上，进一步认识化学键的断裂和形成是化学反应中能量变化的主要原因，体现知识的层次性和应用性。在必修1学习电解质溶液、电离和氧化还原反应原理的基础上，进一步认识原电池的原理。

与其他年级内容的联系：

1. 反应热与焓变的涵义、盖斯定律等内容暂不作要求，在相关选修模块学习（见《化学反应原理》主题1）。

2. 电极反应式书写、金属的电化学腐蚀等内容暂不作要求，在相关选修模块学习（见《化学反应原理》主题1）。

3. 化学平衡的特征、化学平衡常数、化学平衡的移动等内容暂不作要求，在相关选修模块学习（见《化学反应原理》主题2）。

3. 核外电子的运动状态、电子排布式等内容暂不作要求，在相关选修模块学习（见《物质结构与性质》主题1）。

4. 元素的电负性、电离能的概念及变化规律等内容暂不作要求，在相关选修模块学习（见《物质结构与性质》主题1）。

5. 共价键的主要类型（ σ 键和 π 键）、键长、键角以及金属键、分子极性等内容暂不作要求，在相关选修模块学习（见《物质结构与性质》主题2）。

6. 必修2模块只限于对烷烃的同分异构体进行讨论，不要求书写复杂的同分异构体，不要求区分同分异构体的类型，立体异构在《有机化学基础》模块学习。

问题与建议

对“原子结构”教学反思

1. 返还属于学生的时间与空间，培养学生的观察能力

在中学化学教学中，观察能力是学生的基本素养之一。反思教学可以发现，多数教师在指导学生观察现象时往往带有强烈的倾向性，即要求观察结果尽量与教材中呈现的结果相吻合。如此一来，学生仅能够凭借感官完成机械的观察与记录，既不能逾越教材中的既定现象，

又不能自主提出假说。在真实教学情景中，教师习惯于让学生总结实验现象，在学生对现象进行完整描述后，教师会加以完善并要求学生记录。在这一过程中，教师针对某些复杂现象还会为学生编制简单的“顺口溜”或打油诗，辅助学生记忆。实际上，对现象的记忆不应该脱离现象本身，当学生思考某一实验内容，应当能够反映出相对真实的、动态的实验情境，而不仅仅是抽象的文字。

培养学生良好的观察能力，需要教师返还原属于学生的时间。部分教师在完成实验后，急于要求学生记录现象，如此一来，直观、鲜活的现象则会变为抽象、冰冷的文字。培养学生良好的记录能力，需要教师返还原属于学生的时间和空间。在“原子结构”一课的教学过程中，教师通常让学生观看“ α 粒子轰击金箔实验”的动画，进而由教师总结动画中出现的现象，最后以相关的知识解释所有现象，推导出原子结构。在这一过程中，学生处于被动接受的地位，观察的现象以及解释现象的理论完全由教师直接给出，学生的观察与记录能力无法得到有效的训练。教师应当返还原属于学生的时间与空间，由学生自主完成观察与记录。

2. 关注学生的“错觉”，培养学生提出假说的能力

在中学化学教学中，学生自主建立假说的过程往往被教师所忽略。一方面，受教学时间所限，教师往往直接告知学生陈述性知识，而不为学生提供自主提出假说的机会。另一方面，受教学内容所限，教师往往有意识地引导学生将观察的现象纳入到已有假说之中，进而排斥“预设外现象”的出现。通过访谈学生笔者了解到，相当一部分学生认为电子在原子核外做圆周运动，说明学生对于电子运动的理解大多囿于经典力学的范畴。教师应当以学生的这一错觉作为基础，引导学生思考“如果电子在原子核外做圆周运动，则会辐射能量，电子即会坠毁在原子核上，这一事实是否与原子稳定存在的事实相违背呢？”，进而鼓励学生大胆提出假说，解释这一经验现象。

提出假说是科学研究中最为重要的能力之一。假说是对经验现象的解读，是形成系统理论的前期准备。当代科学哲学指出，科学知识是人类建构起来的用以解释和预测经验现象的研究“范式”，假说的提出是沟通现象与理论的必由之路。“正是个体的主观经验构成了个体提出问题、观察问题和分析问题的视界”。因此，对于学生提出的假说教师应当予以充分的尊重。学生自主提出的假说是学生基于自身经验，通过理性思考建构起来的具有一定解释能力的“范式”，其解释和预测能力可能较之教材中的知识相去甚远，但其源于学生的自主思考，教师应当予以充分的尊重与肯定。

3. 引导学生思考实验的价值，培养学生的实验设计能力

在中学化学教学中，学生通过实验获取现象的过程往往限于被动地接受和机械地重复。当“预设外现象”出现时，学生或教师的第一反应往往是努力探寻实验中出现的“错误”，并加以改正，而不是就出现的现象进行深入、系统化的反思与探讨。实验的本质是探究，一味强调实验的既定过程和结果会忽略科学实验的价值所在。“原子结构”一课的内容较为抽象，教师可以利用模拟组装与模拟实验两种方式引导学生分析原子结构，例如教师可以为学生准备塑料球、木棍等实验工具，由学生自主组装原子结构。教师以学生们制作的原子结构模型”作为基础，进一步引导学生“如何利用实验的方式检验你组装好的原子结构模型呢？”，通过模拟实验的方式检验学生的假说。例如有学生将原子结构组装为“葡萄干蛋糕”模型，教师即可以引导学生“如果用一束有规律的 α 粒子轰击你组装的原子模型，会出现什么情况呢？”，进而修正学生提出的原子结构模型。在实验过程中，教师往往聚焦于“实验能否顺利完成”，“学生是否记录实验现象”，“学生能否顺利完成实验”等内容，缺乏对“为什么要做这一实验”，

“为什么这一实验的装置要如此设计”等问题的深入探讨。“教学本质上就是一种探究”。在完成实验前，教师首先应当引导学生分析实验所承载的价值，即通过实验能够解决何种问题，换言之，如若不进行该实验探究活动为何无法顺利进行。学生明确实验价值与目标，教师进一步引导学生，若想顺利完成实验，应当选择何种装置，进行何种操作。实验的设计、装置的选择、步骤的确定应该是在学生理解实验价值的基础上自主完成的内容。

铜锌原电池相对简单，新旧教材和大部分的教学也都将其作为学生对原电池的第一认识模型，这种由浅入深的教学方式不可否认存在一定的优点，但同时也对于学生错误概念的产生埋下了隐患。

1. 不具备原电池工作原理的普适性

首先，铜锌原电池的两个电极材料不同，但并非所有的原电池都要求两个不同的电极材料，比如燃料电池。其次，大都认为电势差是由两个不同的电极材料产生。但电势差的产生绝非仅来自两个不同的电极材料，还可以由氧化还原反应的两个半反应电对以及溶液中电荷的不均匀分布产生。

再者，较活泼的锌做负极，较不活泼的铜做正极。学生在大量题海训练时，如果学生没有掌握原电池的本质，往往会认为较活泼的一极必是负极，而忽略离子导体的影响。此外，锌这一极既做载体又参与电极反应，而铜这一极仅充当载体。因此学生往往认为负极的电极材料就一定参加电极反应，而正极材料就一定不能参加。事实上，对于原电池来说，如果氧化剂和还原剂可以充当电极材料则优先考虑；若不能，再考虑其他的材料，但选择的电极材料不能影响总反应。

2. 导致师生对原电池工作原理的认知困境

首先，教材以铜锌原电池引入，导致各种参考用书及教辅资料大都在铜锌原电池的基础上总结原电池的构成条件：即两个活泼性不同的金属或者金属与可导电的其他物质；电解质溶液；闭合回路；自发进行的氧化还原反应。但当学生学习氢氧燃料电池时就会产生困惑，它为何是两个相同的电极材料，一些师生错误地将其当作原电池中的特例。

其次，学生学习铜锌原电池的一大障碍是难以理解电子为何从锌流向铜，使得氧化反应和还原反应分别在两极上发生。多数教师归因于锌的活泼性强于铜，从而导致学生认为电子的移动需要有两个活性不同的电极。事实上，这里涉及电势差产生的最根本的原因，即氧化还原反应的两个半反应电对之间的电势不同。

此外，铜锌原电池仅是众多原电池中的一种，师生易将其作为原电池的“标本”，从而产生错误的认知。比如电极材料是否发生反应，并非都像铜锌原电池一样，要求一极参加反应而一极不反应，还可以两个电极材料均参与反应，也可以均不参与反应。

因此教师如何帮助学生建构原电池通用模型就显得非常重要，只用铜锌原电池去建构学生对原电池的认知模型显然是不够的。教学时建议基于对原电池系统的整体分析，设计“两电极材料均不参与反应”、“一个电极材料参与反应”、“两个电极均参与反应”的原电池认知教学方案。

阶段性重难点突破

案例一：“化学键”

1. 问题设置渗透“观念建构”

在“化学键”的主题教学中，围绕教学目标，设置了4个主要的驱动性问题，问题均指向具体的教学内容，问题与问题之间层层递进，环环相扣，利于学生逐步建构观念。

“驱动性问题”的设置应该难度适中、排列有序，每一个驱动性问题之间的连接要具有逻辑性和启发性，能展示学习过程，揭示思想方法，从而形成相互联系、循序渐进的问题系统，有利于化学观念的形成与巩固。

问题 1：你能通过哪些化学反应制备氯化钠呢？

设计意图：问题切入口很小但很具体，容易激起学生的求知欲。

问题 2：不管是经历了哪种反应途径，利用了哪个具体的化学反应，宏观的氯化钠都由微观的钠原子、氯原子构成，那你能试着从钠原子、氯原子性质的角度分析 NaCl 的形成吗？

补充：通过对“原子结构示意图”的分析，认识到原子的化学性质主要是由原子核外最外层电子决定的，如果有一种符号只呈现原子核外最外层电子，是不是更加形象呢？能否利用 Na 原子、Cl 原子的电子式表示 NaCl 的形成过程呢？

设计意图：引入微粒观，让学生对物质性质的认识回到构成微粒（原子）去分析，从而帮助学生建构“结构决定性质”的学科观念。在对原子性质表示符号的分析和讨论过程中，从“原子结构示意图”到只呈现最外层电子的“电子式”，让学生对符号的认识不断深入。借助形象的电子式，有助于学生认识到 Na 原子、Cl 原子易发生电子转移，有助于理解离子键的形成——带相反电荷的阴、阳离子之间的相互作用。

问题 3：如果将 NaCl 中 Na 原子换成 H 原子，微粒间的相互作用力是否会发生变化？

设计意图：继电子式知识的学习之后，让学生对比 Na 原子、H 原子，是对新知的一次碰撞。如果只是从电子式的角度去看原子的性质，会得出“Na 原子与 H 原子性质是一样的，其与 Cl 原子成键的原理也是一样的”的错误结论。

追问 1：常说结构决定性质，性质反映结构。结合 NaCl、HCl 性质数据（PPT 呈现），请反思上述对这两种物质结构的分析是否正确呢？

追问 2：如果结合“电子式”、“原子结构示意图”两种符号，你能找出 Na 原子、H 原子的性质区别吗？能对 NaCl、HCl 中化学键的类型作出判断吗？

设计意图：学生对 HCl 中化学键的认识总是存在误区，由于 HCl 溶于水可以完全电离出氢离子和氯离子，所以潜意识中会认为 HCl 是由离子构成的。基于这一情况，追问 1 的设计是引导学生通过对比 NaCl、HCl 的宏观表现去思考其微观结构的不同，追问 2 的设计是乘势而上，让学生体会到“电子式”存在着缺陷，认识到原子的性质主要由最外层电子决定但也受到内层电子的影响，所以需要参考“原子结构示意图”，并对化学键的两种类型（离子键、共价键）形成初步认识。

问题 4：如果分别将 NaCl、HCl 中 Cl 原子换成 O 原子，你能用电子式表示其形成过程吗？

设计意图：Cl 原子换成 O 原子，既存在相似又有区别，相似在“得电子能力强”，区别在“达到稳定结构所需电子数不同”，两者的对比能巩固学生对离子键、共价键的认识，并加深对“化学键是化合物具有固定组成的原因”的理解。

2. 学生活动实现“观念建构”

在“化学键”教学中设计的 3 个学生活动为例，阐述如何通过学生活动实现“观念建构”。

学生活动 1：PPT 呈现“美国化学文摘”网站上实时更新的化学物质种类数，要求学生思考并解释为什么 100 多种元素能形成 1 亿多种物质？

设计意图：面对“美国化学文摘”网站上实时更新的物质数据信息，学生惊叹之余会主动地去思考背后的原因。该活动的设计旨在引导学生形成初步的化学观念，认识到不同种元

素的微粒可以通过不同的作用方式形成不同物质，进而构成五彩缤纷的物质世界。该活动的设计有助于学生在元素周期表和周期律的学习基础上，站在微粒间作用、成键特点等角度去思考不同种元素微粒的结合方式。

学生活动 2：用原子的电子式表示 NaCl、HCl 的形成过程。

设计意图：该活动的设计旨在让学生形象地认识到不同元素微粒的作用方式是不一样的，成键的原理是不一样的，所形成的化学键类型也是不一样的。以鲜明的对比，引发学生认知冲突，使学生认识到 HCl 的形成与 NaCl 的形成是不一样的，并以点带面，拓展认识离子化合物与共价化合物中化学键类型的不同、形成原理的不同。

学生活动 3：如果只提供 H、O、Na 三种原子，请从微粒成键的角度分析能形成几种化合物，并按要求完成表 3 内容。

表 3 H、O、Na 三种原子所能构成的化合物

化合物化学式	宏观反应	构成微粒	化合物电子式

设计意图：本活动的设计旨在引导学生将“宏观反应”与“微观结构”联系起来，并通过化学式、电子式的书写，体会化学符号的意义，进而认识到“宏观——微观——符号”的三重表征方式，理解化学键的形成原理。

案例二：化学反应的速率和限度

本节教学内容属于必修阶段，课程标准中明确要求，通过实验认识化学反应速率，了解控制反应条件在生产和科学研究中的作用；通过实验探究温度、催化剂对过氧化氢分解反应速率的影响，但对怎么影响和为什么影响并不作要求。

在对教材反复研读的基础上，将教材内容适当进行调整，把与生活联系密切的影响化学反应速率的因素提前，而化学反应速率的概念后置。这样处理更有助于学生在已有知识的基础上进行新知识的建构，同时增强社会责任感，认识化学学习的社会价值。学生从生活经验或对身边事物的观察为出发点，从生活中获取化学知识，认识到化学反应有快慢之分。从而体会到除了伴随着物质变化和能量变化以外，还可以从另一个角度研究化学反应。在此过程中，强调实验探究的重要作用，通过对照实验、定性观察法、科学归纳法等运用，突出了科学方法教育，教会学生运用实验手段寻找证据并进行合理的推理论证，最终建构研究化学反应的思维模型。具体教学过程设计及要发展的化学核心素养如下：

教学环节	教学活动
环节一：提出问题，引入新课	联系生活实际，从牛奶保质期发现化学反应存在快慢的问题，并且快慢会受到一些因素的影响。发展核心素养：认识化学学习的社会价值，培养社会责任感。
环节二：设计实验，分组探究，交流展示与汇报	每组同学根据提供的试剂，通过制取 O ₂ 、CO ₂ 和 H ₂ ，探究影响化学反应快慢的因素，体会科学方法的重要作用。发展核心素养：运用实验探究的方式研究影响因素，寻找证据进行分析推理，论证影响化学反应速率的因素，建构研究模型。
环节三：得出概念，联系实际	类比物理学中速率概念，得出化学反应速率的表示方法及单位；联系实际，指出化学反应速率在生活和工业生产中的重要作用。发展核心素养：认识化学学习的社会价值，感受类比的思维方法。
环节四：总结归纳，提炼方法	引导学生从所学知识和运用的科学方法两个方面对本节课进行总结。发展核心素养：初步了解科学思维方法，建构研究化学变化的思路和模型。

主题 4：简单的有机化合物及其应用

内容标准

4.1 有机化合物的结构特点

知道有机化合物分子是有立体结构的，以甲烷、乙烯、乙炔、苯为例认识碳原子的成键特点，以乙烯、乙醇、乙酸、乙酸乙酯为例认识有机化合物中的官能团。知道有机化合物存在同分异构现象。

4.2 典型有机化合物的性质

认识乙烯、乙醇、乙酸的结构及其主要性质与应用；结合典型实例认识官能团与性质的关系，知道氧化、加成、取代、聚合等有机反应类型。知道有机化合物之间在一定条件下是可以转化的。

4.3 有机化学研究的价值

知道合成新物质是有机化学研究价值的重要体现。结合实例认识高分子、油脂、糖类、蛋白质等有机化合物在生产、生活领域中的重要应用。

4.4 学生必做实验

搭建球棍模型认识有机分子结构特点。

乙醇、乙酸的主要性质。

1. 学习活动建议

(1) 实验及探究活动：乙烯的化学性质；乙醇中碳、氢元素的检测；固体酒精的制备；乙酸乙酯的制备；淀粉水解产物中葡萄糖的检验；蛋白质的变性、显色实验；吸水性高分子材料与常规材料吸水能力的比较；比较不同塑料遇热软化的难易程度。

(2) 调查与交流讨论：垃圾焚烧、PX（对二甲苯）事件等社会议题的讨论；家居建材中的甲醛和苯的检测及安全使用；可燃冰、页岩气等资源开发利用的讨论；高分子材料的应用与发展。

2. 情境素材建议

(1) 原油的分馏、裂化及裂解产品和用途，常见燃油标号的含义；乙烯工业，用于水果催熟的乙烯制剂。

核心概念

化石燃料

甲烷、乙烯、氯乙烯、
结构式、结构简式

取代反应

加成反应

加聚反应

苯、苯的衍生物

乙醇

乙酸

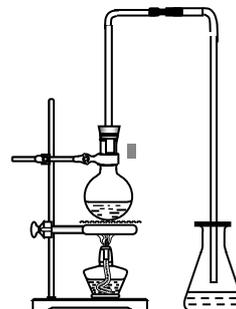
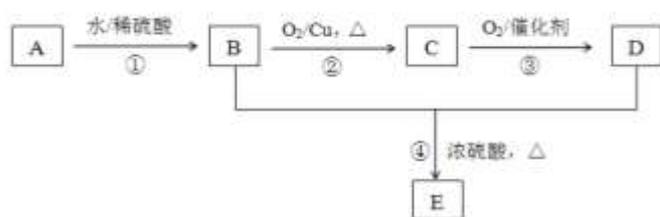
酯化反应

糖类、油脂、蛋白质

高分子材料

会构建知识体系。

3. 烃 A 是一种植物生长的调节剂，分子式为 C_2H_4 。A 进行下图所示的转化可制得有果香味的液体 E ($C_4H_8O_2$)，回答下列问题。



(1) A 的结构简式为_____，B 中所含官能团的名称为_____。

(2) ①④反应的类型分别是_____、_____。

(3) 反应②的化学方程式为_____。

(4) E 的名称为_____。实验室由反应④制备 E 的装置如图所示，烧瓶中加入碎瓷片的作用是_____，长导管的作用是导气和_____，锥形瓶中盛放的液体是_____。

评析：本题以乙烯、乙醇、乙醛、乙酸、乙酸乙酯的转化合成为主线，进行了有机化合物基本知识网络的建构。同时通过反应条件、物理性质、用途等知识为载体，考查了学生分析图文信息，及时调用已有知识进行重组整合、准确解决问题的能力，也恰当的训练了学生化学用语书写技能。对实验的考查从药品的选用到仪器的作用，考查了学生对实验原理的理解，很好的引导学生重视化学实验能力养成，充分发挥化学实验在必修化学学习中的作用。

4. 煤炭在我国能源结构中占有重要地位，合理使用有利于社会可持续发展。

①控制燃煤产生的 SO_2 排放，能够减少_____型酸雨的形成。燃煤排放的烟气中还含有其他污染物，请列举一种：_____。

②燃煤产生的 CO_2 用 NH_3 处理可生产多种化工产品。用氨水吸收 CO_2 可制得碳铵 (NH_4HCO_3)，写出该反应的化学方程式_____。用液氨与 CO_2 反应可制备尿素 [$CO(NH_2)_2$]。尿素和碳铵这两种氮肥中，氮元素的质量分数较高的是_____。

③煤的气化和液化是实现能源清洁化的重要途径。水煤气中 CO 和 H_2 在加热、加压和催化剂存在条件下可以合成液体燃料 (CH_3OH)，该反应的化学方程式为_____。

评析：本题以防治环境污染、改善生态环境为主题，以煤炭的综合利用为背景，考查学生对控制燃煤污染物的排放以及能源清洁化途径的了解程度，培养学生的环保理念，引导学生形成用化学方法解决环境问题的意识。

概念的联系与发展

与初中内容的联系：在初中对甲烷、乙醇、乙酸等有机物简单了解的基础上，深入学习和生活密切相关的典型有机物性质。

与同一年级其他主题的联系：在自然资源的综合利用和可持续发展部分，重组整合必修 1 模块关于海水中镁、溴、碘等化学资源的利用，酸雨的成因、危害及治理，实验室和工业上常见物质的制备等知识，坚持绿色化学观念，贯彻可持续发展思想，树立科学物质观，深刻理解 STSE 相互作用关系，建立社会责任参与意识与决策能力。

与其他年级内容的联系：

1. 乙炔、苯的同系物的性质等内容在相关选修模块学习（见《有机化学基础》主题 2）。

2. 卤代烃、酚等内容在相关选修模块学习（见《有机化学基础》主题2）。
3. 加聚反应和缩聚反应的化学方程式书写在相关选修模块学习（见《有机化学基础》主题4）。

问题与建议

以“甲烷”为例

1. 利用已有知识

关于甲烷，九年级化学课程标准中有“了解使用天然气（或沼气）等燃料对环境的影响、知道天然气等化石燃料是人类社会重要的自然资源”等教学要求。也就是说，学生已经了解了甲烷的主要物理性质以及甲烷的可燃性。本课教学过程中注意从学生的已有知识出发，对甲烷的物理性质在回忆的基础上进行了直接利用，关于甲烷的可燃性没有再通过有关实验探究其燃烧产物，而是直接书写燃烧的反应方程式，在分析甲烷发生了氧化反应的基础上，着重介绍了有机物反应类型的判断角度，说明甲烷的燃烧虽然是氧化还原反应，但在有机化学中通常是以有机物发生的反应为叙说主体，把该反应称为“甲烷的氧化反应”或简称为“氧化反应”。这样既避免了对学生已有知识的重复讲解。

2. 注重结构主线

通过结构理解性质是化学学习的重要策略，这在学习有机化合物的过程中显得尤为突出。甲烷的正四面体是有机物结构中的一种典型代表，为了帮助学生认识甲烷的正四面体结构，教科书安排了制作正四面体和甲烷球棍模型的“实践活动”。为了使学生认识到结构对性质的意义以及正四面体是甲烷分子的必然结构，本课教学中贯穿了一条结构主线，主要包括以下几个教学活动：

- （1）介绍了道尔顿、凯库勒、范特霍夫等对甲烷等有机物结构的探索历程；
- （2）组织学生根据科学家的猜想搭建甲烷分子的可能结构；
- （3）用气球模拟 4 对共用电子对的自然取向；
- （4）结合二氯甲烷只有一种结构的事实进一步体会甲烷的正四面体结构；
- （5）借用甲烷的正四面体结构总结甲烷的结构、性质、存在和用途。

这样不仅可以帮助学生建立起甲烷的立体结构，而且可以强化学生在有机化学学习过程中的结构意识。

3. 紧密联系实际

甲烷作为一种清洁能源，自从“西气东输”工程实施以来，几乎惠及到了每一个家庭。所以，教科书以甲烷在自然界中的存在、我国使用天然气的历史以及“西气东输”的现状、天然气作为能源的特点等导入新课，完全是必要的也是可行的。为了充分展示甲烷的能源意义，还可以介绍中俄两国天然气“供气框架协议”的签订、页岩气的开采等有关甲烷作为能源的最新动态。

但是仅强调甲烷是一种重要的能源，学生对甲烷社会价值的认识就只能停留在初中水平。为此，可以在比较甲烷与氧气、氯气两种氧化剂反应情况后指出，甲烷燃烧放热决定了甲烷是一种重要的能源，而甲烷以及后面要学习的其他烷烃与氯气反应所生成一系列氯代烃是有机合成的重要中间体，对于有机合成具有重要的意义。这样不仅能使学生理解学习甲烷取代反应的意义，而且能提升学生的学科价值观，激起学生进一步学习有机化学的兴趣和热情。

阶段性重难点突破

“乙酸”是苏教版《化学 2》专题 3 第二单元的内容，该部分内容虽然知识层面要求不高，易于学生自学，但让学生建立有机物“结构——性质——用途”的认知关系，并形成化学学科特有的“宏观——符号——微观”三重表征思维方式很难。教师可以为学生搭建学习支架，一步步地支持、协助学生完成乙酸知识的学习，教学过程中，教师有意识地培养学生从宏观、微观和符号三种表征水平上认识和理解化学知识，帮助学生建立三者之间的内在联系，凸显“三重表征”的思维形式，促进学生化学知识的围绕教材开展教学活动达成目标。以乙酸的化学性质片段为例：

1. 在理解中完成证据推理与模型认知

[教师]结构决定性质。乙酸的电离，是断裂羧基中的氢氧键，让我们继续观察乙酸的模型，想一想还有什么化学键可能断裂？

[活动探究]：如右图装置所示，在甲试管中加入 3 mL 乙醇、2 mL 浓硫酸和 2 mL 乙酸的混合溶液。按图连接好装置（装置气密性良好）并加入混合液，用小火均匀地加热 3~5 min。待试管乙收集到一定量产物后停止加热，撤出试管乙并用力振荡，然后静置待分层。



在反应进行的过程中，引导学生思考三个问题：（1）两支试管中各有什么现象发生？（2）试管乙上方的导管为什么采用球形？（3）实验中饱和碳酸钠溶液有什么作用？

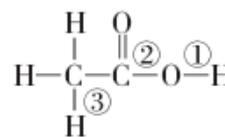
[教师]生成的有果香味的油状物质为乙酸乙酯，证明乙醇与乙酸发生了反应，浓硫酸起到催化作用。请大家按要求书写化学方程式。

[归纳]乙酸和乙醇在浓硫酸、加热的条件下能发生反应，该反应属于酯化反应类型。由于该反应存在化学反应限度，所以方程式书写时要用可逆符号。

设计意图：利用乙酸结构特点让学生积极思考，大胆假设，预测化学变化的可能结果，教师根据学生猜想因势利导出乙酸和乙醇在一定条件下进行的酯化反应。通过教师的导引，让学生参与交流、讨论，发表各自的观点，分享师生、生生间的智慧，潜移默化中让学生理解证据推理与模型认知的重要性。

2. 在深化中增强实验探究与创新意识

[教师]看乙酸的结构式，见右图。乙醇与乙酸发生反应的过程中是不是就如刚才这位同学猜想的断②号键？是否还存在其他可能？怎样进行验证呢？大家可以交流讨论。



[教师]大家学过同位素的知识，能不能在这个方面下功夫，解决大家的争论呢？

[活动探究] 酯化反应原理的动画模拟视频。在观看的过程中，提醒学生关注示踪原子的去向，判断两种观点的正误。

[归纳]同位素示踪法对于研究化学反应的历程、机理至关重要。今后在一些机理学习中大家要善于运用该方法解决问题。

设计意图：乙酸在一定条件下发生酯化反应，如何断键？这是本节课的重难点。先让学生提出自己的观点，两种观点都有道理，学生思维开始碰撞，这时需要有新的方法和手段介入佐证。教师运用同位素示踪法让学生理解酯化反应的实质，学生在深化中增强实验探究与创新意识。

模块 1：化学反应原理

在本课程模块中，将从化学反应与能量，化学反应的方向、限度和速率以及水溶液中的离子反应与平衡等方面，探索化学反应的规律及其应用。通过本课程模块的学习，引导学生进一步认识化学变化所遵循的基本原理，初步形成关于物质变化的科学观念。了解化学反应中能量转化所遵循的规律，赞赏运用化学反应原理对科学技术和人类社会文明所起的重要作用。发展“变化观念与平衡思想”“证据推理与模型认知”“科学探究与创新意识”等化学学科核心素养。

主题 1：化学反应与能量	
内容标准	
1.1 体系与能量 认识化学能可以与热能、电能等其他形式能量之间相互转化，能量的转化遵循能量守恒定律。知道内能是体系内物质的各种能量的总和，受温度、压强、物质的聚集状态的影响。	
1.2 化学反应与热能 认识化学能与热能的相互转化，恒温恒压条件下化学反应的反应热可以用焓变表示，了解盖斯定律及其简单应用。	
1.3 化学反应与电能 认识化学能与电能相互转化的实际意义及其重要应用。了解原电池及常见化学电源的工作原理。了解电解池的工作原理，认识电解在实现物质转化和储存能量中的具体应用。了解金属发生电化学腐蚀的本质，知道金属腐蚀的危害，了解防止金属腐蚀的措施。	
1.4 学生必做实验 简单的电镀实验。 制作一个简单的燃料电池。	
1.学习活动建议 (1) 实验及探究活动：双液电池的构成及其工作原理；制作一个简单的燃料电池；锌锰干电池的探究；电解氯化铜溶液；电解饱和食盐水；简单的电镀实验；吸氧腐蚀；暖贴的设计。 (2) 调查与交流讨论：调查家庭使用煤气、天然气、液化石油气、煤等的热能利用效率，提出提高能源利用率的合理化建议；查阅人类社会所面临的能源危机及未来新型能源；讨论选择燃料的依据；查阅资料，了解火箭推进剂的主要成分；调查市场常见化学电池的种类，讨论这类电池的工作原理、生产工艺和回收价值；讨论防止钢铁腐蚀的方法；查阅资料，了解电解在化工生产中的应用；讨论电镀工业对环境造成的影响。	核心概念 反应热 焓变 放热反应、吸热反应 热化学方程式 盖斯定律 原电池、电解池、电解 正极、负极 阴极、阳极 电极反应式 化学腐蚀、电化学腐蚀 吸氧腐蚀、析氢腐蚀
2.情境素材建议 (1) 氢气与氯气反应生成氯化氢的能量变化；氢气与氧气燃烧生成液态水和气态水的能量变化；不同燃料的燃烧热。	

(2) 工业生产硝酸反应路线的选择；家用燃料和火箭推进剂燃料的选择；煤炭的综合利用。

(3) 铅蓄电池、锂离子电池等生活中常用的电池；氢氧燃料电池与电解水；化学电池的发展历史及新型电池的开发；电冶金，如电解熔融氯化钠或氧化铝；电解精炼铜；电解在污水处理、煤炭脱硫中的应用。

3、学业要求

(1) 能辨识化学反应中的能量转化形式，能解释化学变化中能量变化的本质。

(2) 能进行反应焓变的简单计算，能用热化学方程式表示反应中的能量变化，能运用反应焓变合理选择和利用化学反应。

(3) 能分析、解释原电池、电解池的工作原理，能设计简单的原电池和电解池。

(4) 能列举常见的化学电源，并能利用相关信息分析化学电源的工作原理。能利用电化学原理解释金属腐蚀现象，选择并设计防腐措施。

(5) 能举例说明化学在解决能源危机中的重要作用，能分析能源的利用对自然环境和社会发展的影响。能综合考虑化学变化中的物质变化和能量变化来分析、解决实际问题，如煤炭的综合利用、新型电池的开发等。

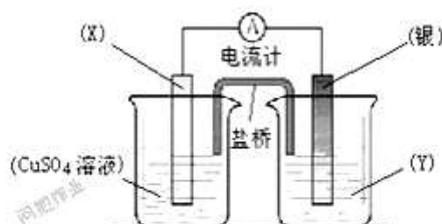
评价示例

可以综合运用以活动表现评价、纸笔评价为主的多种评价方式。评价时要注重对学生的科学探究与创新意识素养的考查。如果没有实验操作条件测试，可以采用纸笔测试，如设计探究实验方案等。

1. 依据氧化还原反应： $2\text{Ag}^+(\text{aq})+\text{Cu}(\text{s})=\text{Cu}^{2+}(\text{aq})+2\text{Ag}(\text{s})$ 设计的原电池如图所示。

请回答下列问题：

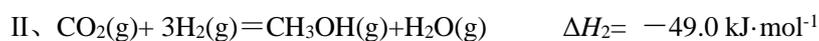
- (1) 电极 X 的材料是_____；电解质溶液 Y 是_____；
- (2) 银电极为电池的_____极，发生的电极反应为_____；X 电极上发生的电极反应为_____；
- (3) 外电路中的电子是从_____电极流向_____电极。



评析：本题侧重考查学生对原电池的设计、原电池中电子流向等基本原理解释金属腐蚀现象，选择并设计防腐措施。意在引导中学化学教学应重视实验活动，关注对实验原理的分析，关注培养学生的“证据推理与模型认知”这一化学学科素养。

2. 甲醇是一种重要的化工原料，在化工领域有广泛应用。

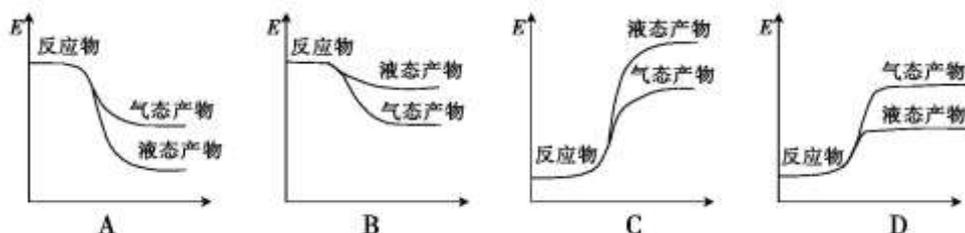
(1) 由合成气（组成为 H_2 、 CO 和少量 CO_2 ）直接制备甲醇，其主要过程包括以下 2 个反应：



①与反应II比较，采用反应I制备甲醇的优点是_____。

② $\text{CO}(\text{g})$ 与 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 生成 $\text{CO}_2(\text{g})$ 和 $\text{H}_2(\text{g})$ 的热化学方程式为_____。

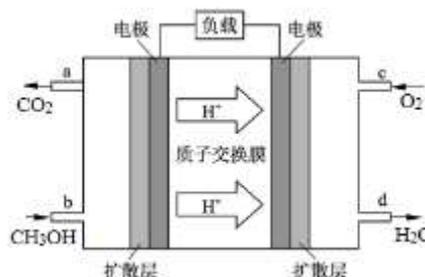
③下列示意图中，能正确表示利用反应II原理制备甲醇的反应过程中能量变化的是_____（填序号）。



(2) 甲醇燃料电池由于结构简单、能量转化率高、对环境无污染，可作为常规能源的替代品而越来越受到关注。其工作原理如下图所示：

①负极的电极反应式为_____。

②若该电池中消耗 6.4 g 甲醇，则转移 _____ mol 电子。



(3) 污水中的含氮化合物，通常先用生物膜脱氮工艺进行处理，在硝化细菌的作用下将 NH_4^+ 最终氧化为 HNO_3 ，然后加入 CH_3OH ，得到两种无毒气体。写出加入 CH_3OH 后发生反应的离子方程式_____。

评析：本题侧重考查能量变化、盖斯定律、原电池基本原理、电极反应式及氧化还原离子方程式的书写等能力，强调定量计算，有一定综合性。

3. 镍氢电池是二十世纪九十年代发展起来的一种新型绿色电池，具有高能量、长寿命、无污染等特点。用吸附了氢气的纳米碳管等材料制作的二次电池的原理如图 1 所示。电

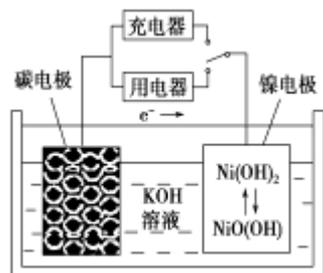
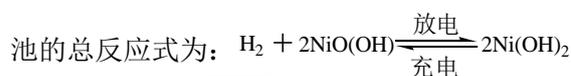


图 1

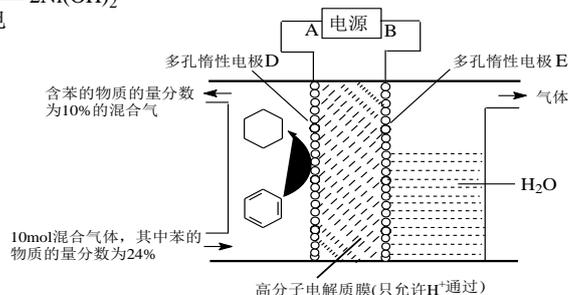


图 2

(1) ①镍氢电池充电时，碳电极连接直流电源的_____极。阳极的电极反应式为_____。

②镍氢电池放电时， OH^- 移向_____（填“碳电极”或“镍电极”）。

(2) 除了用纳米碳管等材料储氢外，还可使用有机物，如利用环己烷和苯之间的可逆反应来实现脱氢和加氢。一定条件下，利用图 2 装置可实现有机物的电化学储氢（忽略其它有机物）。

①A 为电源的_____极。

②电极 E 上产生的气体为_____。

③电极 D 的电极反应式为_____。

评析：本题以原电池、电解池的基本原理为出发点，重点考查学生对电化学原理的掌握程度，同时，以学生不熟悉的有机储氢材料来考查学生基于化学反应原理进行推理形成结论的能力，发展学生基于证据的推理的素养。

概念的联系与发展

与必修内容的联系：必修教学中尽量将化学原理与实验、实例相结合，体现知识的生长性、综合性和发展性；而本主题在必修的基础上加以深化与拓展，从宏观到微观，从“定性”至“定量”，更强调对原理本身的学习与应用。

与同一年级其他主题的联系

1. 化学反应中的热效应与化学键的断裂与形成有关，从微观角度建立模型。但回避对反应热更深入的研究。
2. 以化学反应中的焓变来判断化学反应进行的方向将在《化学反应原理》主题 2 中学习。
3. 焓变是基础，在主题 2、主题 3 中涉及温度对化学平衡、电离平衡、水解平衡、沉淀溶解平衡的影响。

主题 2：化学反应的方向、限度和速率

内容标准：

2.1 化学反应的方向与限度

知道化学反应是有方向的，知道化学反应的方向与反应的焓变和熵变有关。认识化学平衡常数是表征反应限度的物理量，知道化学平衡常数的含义。了解浓度商和化学平衡常数的相对大小与反应进行方向间的联系。通过实验探究，了解浓度、压强、温度对化学平衡状态的影响。

2.2 化学反应速率

知道化学反应速率的表示方法，了解反应速率测定的简单方法。通过实验探究，了解温度、浓度、压强和催化剂对化学反应速率的影响。知道化学反应是有历程的，认识基元反应活化能对化学反应速率的影响。

2.3 化学反应的调控

认识化学反应速率和化学平衡的综合调控在生产、生活和科学研究领域中的重要作用。知道催化剂可以改变反应历程，对调控反应速率具有重要意义。

2.4 学生必做实验

探究影响化学平衡移动的因素。

<p>1. 学习活动建议</p> <p>(1) 实验及探究活动：浓度对氯化铁与硫氰化钾反应平衡的影响；温度对二氧化氮-四氧化二氮平衡的影响；测定某种化学反应的速率；浓度、温度对硫代硫酸钠溶液与稀硫酸反应速率的影响；探究影响硫酸酸化的草酸溶液与酸性高锰酸钾溶液反应速率的原因；温度对加酶洗衣粉的洗涤效果的影响。</p> <p>(2) 调查与交流讨论：查阅工业催化剂的用途；查阅工业生产条件优化的依据；讨论影响反应速率因素的理论解释；讨论影响化学平衡因素的理论解释；讨论合成氨反应条件的选择。</p> <p>2. 情境素材建议</p> <p>(1) 有应用价值的可逆反应体系，如镍的精制、工业合成氨、高炉炼铁、水煤气、高压氧舱治疗一氧化碳中毒等；化学平衡影响因素的证据素材，如压强对二氧化氮-四氧化二氮平衡影响的数字传感器实验，酸碱指示剂。</p> <p>(2) 不同催化剂对淀粉水解速率的影响；氨氧化制一氧化氮反应中的催化剂的选择性作用；催化剂研究与诺贝尔奖；温度改变和活化能改变对化学反应速率的影响数据；飞秒化学。</p> <p>(3) 调控化学反应的成功案例，例如与工业合成氨相关的诺贝尔奖、汽车尾气处理以及塑料的工业合成等。</p> <p>3. 学业要求</p> <p>(1)能书写平衡常数表达式，能进行平衡常数、转化率的简单计算，能利用平衡常数和浓度商的关系判断化学反应是否达到平衡状态以及平衡移动的方向。</p> <p>(2)能运用浓度、压强、温度对化学平衡的影响规律，推测平衡移动方向及浓度、转化率等相关物理量的变化，能讨论化学反应条件的选择和优化。</p> <p>(3)能进行化学反应速率的简单计算。能通过实验探究分析不同组分浓度改变对化学反应速率的影响。能用一定的理论模型说明外界条件改变对反应速率的影响。</p> <p>(4)能运用温度、浓度、压强和催化剂对化学反应速率的影响规律解释生产、生活、实验室中的实际问题，能讨论化学反应条件的选择和优化。</p> <p>(5)针对典型案例，能从限度、速率等角度对化学反应和化工生产条件进行综合分析。</p>	<p>核心概念</p> <p>化学反应速率 活化分子、活化能 有效碰撞 焓变 熵变 化学平衡 转化率 化学平衡常数 化学平衡移动原理</p>
<p>评价示例</p> <p>注重过程性评价，并结合纸笔测验和实验考核进行整体评价。安排一次专题纸笔测试的评价。注重表现性评价，注重在平时的学习和实验过程中给予学生评价，结合活动</p>	

与探究过程评价学生的观察能力、思维能力、语言表达能力、与同学合作与交流的态度，以及学生对实验方案的评价能力等。

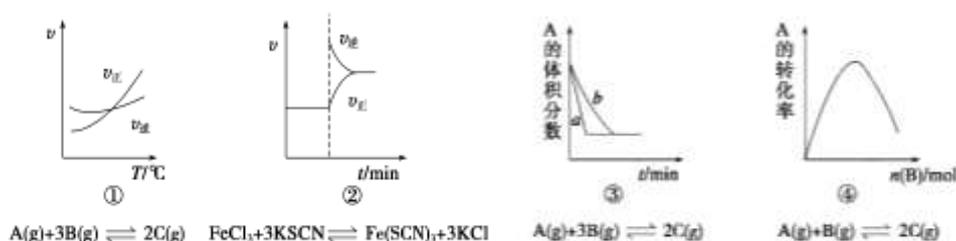
1. 一定温度下，在一固定体积的密闭容器中进行可逆反应 $A(s)+2B(g)\rightleftharpoons 3C(g)$ ，下列说法能表明反应已达最大限度的是()。

- ①C 的生成速率和 C 的分解速率相等；
 ②单位时间内生成 a mol A，同时生成 $2a$ mol B；
 ③气体密度不再变化；
 ④混合气体的总压强不再变化；
 ⑤A、B、C 的物质的量之比为 1 : 3 : 2
 A. ②④⑤ B. ①③④ C. ①② D. ①②③⑤

【答案】 B

评析：本题考查学生对化学反应限度的判断能力，体现“宏观辨识与微观探析”、“变化观念与平衡思想”的素养。

2. 下列是有关外界条件对化学反应速率和化学平衡影响的图像，其中图像和实验结论表达均正确的是



- A. ①是其他条件一定时，反应速率随温度变化的图像，则正反应 $\Delta H > 0$
 B. ②是在平衡体系的溶液中溶入少量 KCl 晶体后，化学反应速率随时间变化的图像
 C. ③是在有无催化剂存在条件下，建立平衡过程的图像， a 是使用催化剂时的曲线
 D. ④是一定条件下，向含有一定量 A 的恒容密闭容器中逐渐加入 B，达平衡时 A 的转化率的图像

【答案】 AC

评析：本题考查外界条件对化学平衡的影响，在考查学生基础知识的基础上，考查学生对图像的识别、转换、应用能力，体现对学生宏观辨识与微观探析素养的评价。

3. 温度为 T 时，向 2.0 L 恒容密闭容器中充入 1.0 mol PCl_5 ，反应 $PCl_5(g)\rightleftharpoons PCl_3(g)+Cl_2(g)$ 经过一段时间后达到平衡。反应过程中测定的部分数据见下表：

t/s	0	50	150	250	350
$n(PCl_3)/mol$	0	0.16	0.19	0.20	0.20

下列说法不正确的是()。

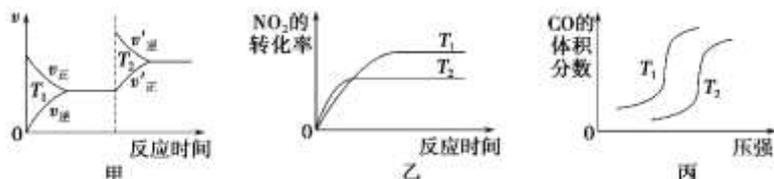
- A. 反应在前 50s 的平均速率 $v(Cl_2)=0.0016 mol \cdot L^{-1} \cdot min^{-1}$
 B. 保持其他条件不变，升高温度，平衡时 $c(PCl_3)=0.11 mol \cdot L^{-1}$ ，则该反应的 $\Delta H < 0$
 C. 温度为 T 时，起始时向容器中充入 1.0 mol PCl_5 、0.20 mol PCl_3 和 0.20 mol Cl_2 ，反应达到平衡前 $v(正) > v(逆)$
 D. 温度为 T 时，起始时向容器中充入 0.5 mol PCl_3 和 0.5 mol Cl_2 ，达到平衡时， PCl_3 的转化率小于 80%

【答案】 AB

评析：本题是化学平衡考查的常规形式，对化学核心概念如化学反应速率、外界条件对化学平衡的影响、化学平衡常数的应用、基本计算能力等均有涉及。

4. 汽车尾气中含有 CO、NO₂ 等有毒气体，对汽车加装尾气净化装置，可使有毒气体相互反应转化为无毒气体。

(1) 对于该反应： $4\text{CO}(\text{g}) + 2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{CO}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g})$ $\Delta H = -1200 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，温度不同 ($T_2 > T_1$)、其他条件相同时，下列图像正确的是_____ (填代号)。



该反应的平衡常数表达式为_____。

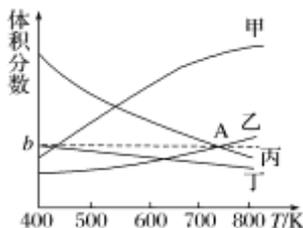
(2) 汽车尾气中 CO 与 H₂O(g) 在一定条件下可以发生反应： $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ $\Delta H < 0$ 。820℃ 时在甲、乙、丙三个恒容密闭容器中，起始时按照下表进行投料，达到平衡状态。

起始物质的量	甲	乙	丙
$n(\text{H}_2\text{O})/\text{mol}$	0.10	0.20	0.20
$n(\text{CO})/\text{mol}$	0.10	0.10	0.20

① 平衡时，甲、乙、丙三个容器中，CO 的转化率大小关系为：_____ (用“甲”、“乙”、“丙”，“>”、“=”或“<”表示)。

② 乙容器中，通过改变温度，使 CO 的平衡转化率增大，则平衡常数 K _____ (填“增大”、“减小”或“不变”)。

(3) 为倡导“节能减排”和“低碳经济”，目前工业上有一种方法是用 CO₂ 来生产燃料乙醇。一定条件下发生反应： $2\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta H < 0$ 。在一定条件下，在 20 L 密闭容器中按物质的量比为 1 : 3 充入 CO₂ 和 H₂，温度在 450 K，5 MPa 下测得平衡体系中各物质的体积分数随温度的变化曲线如右上图所示。曲线乙表示的是 _____ (填物质的化学式) 的体积分数，图像中 A 点对应的体积分数 $b =$ _____ % (结果保留三位有效数字)。



【答案】 (1) 乙

$$K = \frac{c^4(\text{CO}_2) \cdot c(\text{N}_2)}{c^4(\text{CO}) \cdot c^2(\text{NO}_2)}$$

(2) ① 甲=丙 < 乙 ② 增大

(3) CO₂ 18.8

评析：本题考查的是化学平衡的核心概念和原理，有图像和表格，让学生了解化学知识、原理和观念，并运用所习得的化学观念和思想解决与化学相关的问题。本题具有

一定的综合性，学生思考的过程也是不断提升的过程。

概念的联系与发展：

与必修内容的联系：与必修相比，本模块内容的理论性增强，要求学生完成从宏观到微观、从现象到本质、从静态到动态、从“定性”向“定量”发展。同时，在研究外界因素对化学反应速率、化学平衡的影响时，进一步引入控制变量的思想。

与同一年级其他主题的联系：

1. 化学反应进行的方向判断由焓变与熵变共同影响。
2. 化学平衡理论是电离平衡、水解平衡、沉淀溶解平衡的基础，它与主题3的内容形成系统化，有助于学生理解并接受平衡的思想，发展学生的变化与平衡相统一、模型建构与认知的理性思维方式。
3. 通过宏观—微观—符号三重表征建立化学平衡的概念。

主题 3：水溶液中的离子反应与平衡

内容标准

3.1 电解质在水溶液中的行为

从电离、离子反应、化学平衡的角度认识电解质水溶液的组成、性质和反应。

3.2 电离平衡

认识弱电解质在水溶液中存在电离平衡，了解电离平衡常数的含义。认识水的电离，了解水的离子积常数，认识溶液的酸碱性及 pH，掌握检测溶液 pH 的方法。

3.3 水解平衡

认识盐类水解的原理和影响盐类水解程度的主要因素。

3.4 沉淀溶解平衡

认识难溶电解质在水溶液中存在沉淀溶解平衡，了解沉淀的生成、溶解与转化。

3.5 离子反应与平衡的应用

了解水溶液中的离子反应与平衡在物质检测、化学反应规律研究、物质转化中的应用。了解溶液 pH 的调控在工农业生产和科学研究中的应用。

3.6 学生必做实验

强酸与强碱的中和滴定。

盐类水解的应用。

1. 学习活动建议

(1) 实验及探究活动：测定溶液 pH；强酸与强碱的中和滴定；探究促进或抑制氯化铁的水解；盐类水解的应用；沉淀的转化。

(2) 调查与交流讨论：讨论 K_w 的定义和应用；讨论盐溶液呈酸性、中性或碱性的原因；查阅资料并讨论含氟牙膏预防龋齿的化学原理，提出加氟预防龋齿需要注意的问题；查阅资料并讨论水溶液中的离子平衡在化工生产中的应用，如二氧化钛的制备、侯氏制碱等。

核心概念

电离平衡
强电解质、弱电解质
电离
水的离子积
pH
酸碱中和滴定
指示剂
盐类水解

<p>2. 情境素材建议</p> <p>(1) 同浓度盐酸和醋酸与镁条的反应；不同盐溶液的酸碱性；泡沫灭火器；碘化铅悬浊液静置后的上层清液中碘离子的检验；氯化银与碘化银、硫化锌与硫化银、氢氧化镁与氢氧化铁沉淀的转化；钡盐中毒与解毒。</p> <p>(2) 水溶液中离子平衡的应用实例，例如弱酸的制备、铝盐和铁盐的净水作用、缓冲溶液及其作用、溶洞和珊瑚的形成以及可溶性钡盐的工业生产等。</p> <p>3. 学业要求</p> <p>(1) 能用化学用语正确表示水溶液中的离子反应与平衡，能通过实验证明水溶液中存在的离子平衡，能举例说明离子反应与平衡在生产、生活中的应用。</p> <p>(2) 能从电离、离子反应、化学平衡的角度分析溶液的性质，如酸碱性、导电性等。</p> <p>(3) 能进行溶液 pH 的简单计算，能正确测定溶液的 pH，能调控溶液的酸碱性。能选择实例说明溶液 pH 的调控在工农业生产和科学研究中的重要作用。</p> <p>(4) 能综合运用离子反应、化学平衡原理，分析和解决生产、生活中有关电解质溶液的实际问题。</p>	<p>沉淀溶解平衡</p>										
<p>评价示例</p> <p>注重过程性评价，并结合纸笔测验和实验考核进行整体评价。安排一次专题纸笔测试的评价。注重表现性评价，注重在平时的学习和实验过程中给予学生评价，结合活动与探究过程评价学生的观察能力、思维能力、语言表达能力、与同学合作与交流的态度，以及学生对实验方案的设计、评价的能力等。</p> <p>1. 物质溶于水的过程中通常伴随着能量的变化，下表为四种物质的溶解热（“+”为放热，“-”为吸热）：</p> <table border="1" data-bbox="240 1406 1321 1503"> <tr> <td>化学式</td> <td>NH₄NO₃</td> <td>NaOH</td> <td>NaCl</td> <td>KNO₃</td> </tr> <tr> <td>溶解热(kJ/kg)</td> <td>-330.75</td> <td>+1040.5</td> <td>-84.10</td> <td>-353.17</td> </tr> </table> <p>将等质量的上述物质加入等质量的水中，对水的电离平衡影响最小的是</p> <p>A. NH₄NO₃ B. NaOH C. NaCl D. KNO₃</p> <p>评析：本题有一定的综合性，既考查了温度对水的电离平衡的影响，也考查了外加离子对水的电离平衡的影响。考查学生对信息的识别、转换、应用能力，体现对学生宏观辨识与微观探析素养的评价。</p> <p>2. 下列有关说法正确的是</p> <p>A. 用 HCl 溶液代替蒸馏水洗涤 AgCl，可以减少沉淀损失</p> <p>B. 将 BaSO₄ 固体加入到饱和 Na₂CO₃ 溶液中，充分反应后过滤、洗涤；往滤渣中滴加稀盐酸，有气体产生，则证明此条件下 $K_{sp}(\text{BaSO}_4) > K_{sp}(\text{BaCO}_3)$</p> <p>C. 向水中加入 NaHCO₃ 或 NaHSO₄ 固体后，水的电离程度均增大</p> <p>D. 对于乙酸乙酯的水解反应，加入稀硫酸可提高反应速率和乙酸乙酯的转化率</p>		化学式	NH ₄ NO ₃	NaOH	NaCl	KNO ₃	溶解热(kJ/kg)	-330.75	+1040.5	-84.10	-353.17
化学式	NH ₄ NO ₃	NaOH	NaCl	KNO ₃							
溶解热(kJ/kg)	-330.75	+1040.5	-84.10	-353.17							

评析：本题考查化学反应的基本原理，涉及沉淀溶解平衡、弱电解质的电离平衡、水解平衡。主要考查外界条件对平衡的影响，属于较基础的题目。

3. 下列溶液中粒子的物质的量浓度关系正确的是

A. $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{NaHCO}_3$ 溶液与 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 溶液等体积混合，所得溶液中：



B. $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液与 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{NaHCO}_3$ 溶液等体积混合，所得溶液中：



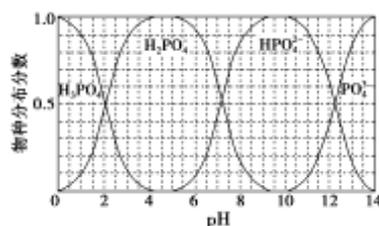
C. $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{CH}_3\text{COONa}$ 溶液与 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{CH}_3\text{COOH}$ 溶液等体积混合后溶液呈酸性，所得溶液中： $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{Na}^+) > c(\text{CH}_3\text{COOH}) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$

D. $0.10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{CH}_3\text{COONa}$ 溶液中通入 HCl 至中性，所得溶液中：



评析：溶液中各离子浓度的大小主要取决于溶液混合后的反应、离子来源物质的浓度、电离程度、水解程度等，有一定的综合性，可结合溶液的酸碱性以及电荷守恒、物料守恒、质子守恒等知识来推理与判断。体现变化与平衡相统一的思想以及宏观辨识与微观探析素养的评价。

4. (1) 磷的重要化合物 NaH_2PO_4 、 Na_2HPO_4 和 Na_3PO_4 可通过 H_3PO_4 与 NaOH 溶液反应获得，含磷各物种的分布分数(平衡时某物种的浓度占各物种浓度之和的分数)与 pH 的关系如下图所示。



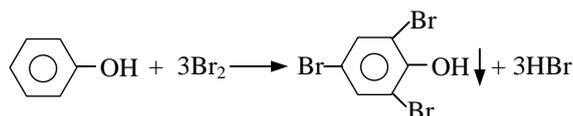
①为获得尽可能纯的 NaH_2PO_4 ， pH 应控制在_____。

② Na_2HPO_4 溶液显碱性，若向溶液中加入足量的 CaCl_2 溶液，溶液则显酸性，其原因是：_____ (用离子方程式表示)。

(2) 某浓缩液中主要含有 I^- 、 Cl^- 等离子，取一定量的浓缩液，向其中滴加 AgNO_3 溶液，当 AgCl 开始沉淀时，溶液中 $\frac{c(\text{I}^-)}{c(\text{Cl}^-)}$ 为_____。

已知 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = 1.8 \times 10^{-10}$ ， $K_{\text{sp}}(\text{AgI}) = 8.5 \times 10^{-17}$ 。

(3) 我国废水三级排放标准规定：废水中苯酚的含量不得超过 1.00 mg/L 。实验室可用一定浓度的溴水测定某废水中苯酚的含量，其原理如下：



①请完成相应的实验步骤：

步骤 1：准确量取 25.00 mL 待测废水于 250 mL 锥形瓶中。

步骤 2：将 4.5 mL $0.02 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 溴水迅速加入到锥形瓶中，塞紧瓶塞，振荡。

步骤 3：打开瓶塞，向锥形瓶中加入过量的 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ KI 溶液，振荡。

步骤 4：_____，再用 $0.01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标

准溶液滴定至终点,消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液 15 mL。(反应原理: $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$)

步骤 5: _____。

②滴定至终点的现象为: _____。

③该废水中苯酚的含量为_____ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

④步骤 3 若持续时间较长,则测得的废水中苯酚的含量_____ (填“偏高”、“偏低”或“无影响”)。

评析: 本题是化学反应原理综合题,考查学生对基本原理的应用能力、基于证据的推理能力、对熟悉知识的迁移能力、根据实验操作和实验现象形成相应的实验结论的能力等。

概念的联系与发展

与必修内容的联系: 视角更广阔, 更高远, 涉及自然界、生命体、生产和科研活动中的离子反应。强调知识的迁移和科学的视野, 强调对原理的更深入的研究, 发展完善学生对化学反应的认识角度和认识深度。

与同一年级其他主题的联系:

1. 电离平衡是化学平衡的一种, 将电离平衡纳入化学平衡的体系中, 形成知识的系统化。
2. 沉淀溶解平衡可用化学平衡理论加以解释, 并了解沉淀转化的本质。
3. 利用中和滴定的原理解氧化还原滴定、沉淀滴定等定量分析的原理。

模块 2：物质结构与性质

本课程模块将从原子、分子水平上认识物质构成的规律，以微粒之间不同的作用力为线索，侧重研究不同类型物质的有关性质，引导学生进一步丰富物质结构的知识，提高其分析问题和解决问题的能力。通过本模块的学习，提升有关物质结构的基本认识，深入认识物质的结构与性质之间的关系，发展“宏观辨识与微观探析”“证据推理与模型认知”等化学学科核心素养。

主题 1：原子结构与元素的性质	
内容标准	
1.1 原子核外电子的运动状态	
了解有关核外电子运动模型的历史发展过程，认识核外电子的运动特点。知道电子运动的能量状态具有量子化的特征（能量不连续），电子可以处于不同的能级，在一定条件下会发生激发与跃迁。知道电子的运动状态（空间分布及能量）可通过原子轨道和电子云模型来描述。	
1.2 核外电子排布规律	
知道原子核外电子的能级高低顺序，了解原子核外电子排布的构造原理，认识基态原子中核外电子的排布遵循能量最低原则、泡利不相容原理和洪特规则等。知道 1~36 号元素基态原子核外电子的排布。	
1.3 核外电子排布与元素周期律（表）	
认识元素的原子半径、第一电离能、电负性等元素性质的周期性变化，知道原子核外电子排布呈现周期性变化是导致元素性质周期性变化的原因。知道元素周期表中分区、周期和族的元素原子核外电子排布特征，了解元素周期律（表）的应用价值。	
1. 学习活动建议	核心概念
（1）实验及探究活动：利用自制分光镜或者光谱仪查看不同元素的原子光谱；利用计算机作图，描述原子序数与原子半径、第一电离能、电负性等数据的关系，认识原子结构与元素性质变化的关系；根据原子结构和元素性质的变化规律自主设计、绘制元素周期表。	原子轨道 电离能 电负性
（2）调查与交流讨论：交流讨论元素周期表中区、周期、族的划分与元素原子核外电子排布的关系；从核外电子排布的角度解释主族元素原子半径、电离能、电负性等元素性质变化规律的原因；利用电离能、电负性的数据，讨论元素及其化合物性质的变化规律；查阅有关元素的电负性资料，解释元素的“对角线”规则，列举实例予以说明。	
2. 情境素材建议	
（1）焰火、霓虹灯的颜色与原子结构的联系；激光与电子跃迁；原子吸收和发射光谱在元素分析中的应用，几种金属的焰色与发射光谱；氢原子的线状光谱与玻尔模型，钠原子的线状光谱对玻尔模型的挑战；量子力学的诞生，微观粒子的波动性思想是如何产生和得到证实的。	
（2）多样化的周期表排布方式；原子半径、电离能的测定	

方法，鲍林近似能级图和电负性概念；原子轨道能级顺序徐光宪 $n+0.7l$ 规则；第一个稀有气体化合物 (XePtF_6) 的发现。

3. 学业要求

(1) 能说明微观粒子的运动状态与宏观物体运动特点的差异。

(2) 能结合能量最低原则、泡利不相容原理、洪特规则书写 1~36 号元素基态原子的核外电子排布式和轨道表示式，并说明含义。

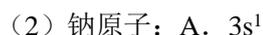
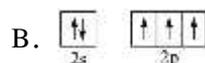
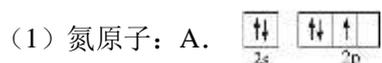
(3) 能说出元素电离能、电负性的含义，能描述主族元素第一电离能、电负性变化的一般规律，能从电子排布的角度对这一规律进行解释。能说明电负性大小与原子在化合物中吸引电子能力的关系，能利用电负性判断元素的金属性与非金属性的强弱，推测化学键的极性。

(4) 能从原子价电子数目和价电子排布的角度解释元素周期表的分区、周期和族的划分。能列举元素周期律(表)的应用。

(5) 能说明构建思维模型在人类认识原子结构过程中的重要作用，能论证证据与模型建立及其发展之间的关系。能简要说明核外电子运动规律的理论探究对研究元素性质及其变化规律的意义。

评价示例

1. 下列原子的外围电子排布式(或外围轨道表示式)中，哪一种状态的能量较低？试说明理由。



评析: 本题从微观角度考查了多电子原子中核外电子分层排布遵循的原理(能量最低原理、泡利不相容原理和洪特规则)。要求学生能认识化学现象与模型之间的联系，能运用多种模型来描述和解释化学现象，预测物质及其变化的可能结果。

2. 下列关于 Na、Mg、Al 的有关性质叙述正确的是

A. 碱性: $\text{NaOH} < \text{Mg}(\text{OH})_2 < \text{Al}(\text{OH})_3$

B. 第一电离能: $\text{Na} < \text{Mg} < \text{Al}$

C. 电负性: $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Al}$

D. 还原性: $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Al}$

评析: 本题考查了金属性、电离能、电负性和还原性等。要求学生能够建立元素性质与元素周期律间的模型，能认识化学现象与模型之间的联系，能运用多种模型来描述和解释化学现象。

概念的联系与发展:

与必修内容的联系: 原子轨道与必修阶段学习的电子层有着紧密的关系。

与同一年级其他主题的联系: 原子轨道是学习电离能、电负性的基础。但主量子数、角量子数、磁量子数和自旋磁量子数等概念不作要求。

主题 2: 微粒间的相互作用与物质的性质

内容标准

2.1 微粒间的相互作用

认识物质是由原子、离子、分子等微粒构成的, 微粒之间存在不同类型的相互作用。根据微粒的种类及微粒之间的相互作用, 认识物质的性质与微观结构的关系。

认识离子键、共价键的本质。结合常见的离子化合物和共价分子的实例, 认识物质的构成微粒、微粒间相互作用与物质性质的关系。知道配位键的特点, 认识简单的配位化合物的成键特征, 了解配位化合物的存在与应用。知道金属键的特点与金属某些性质的关系。

认识分子间存在相互作用, 知道范德华力和氢键是两种常见的分子间作用力, 了解分子内氢键和分子间氢键在自然界中的广泛存在及重要作用。

2.2 共价键的本质和特征

认识原子间通过原子轨道重叠形成共价键, 了解共价键具有饱和性和方向性。知道根据原子轨道的重叠方式, 共价键可分为 σ 键和 π 键等类型; 知道共价键可分为极性和非极性共价键。共价键的键能、键长和键角可以用来描述键的强弱和分子的空间结构。

2.3 分子的空间结构

结合实例了解共价分子具有特定的空间结构, 并可运用相关理论和模型进行解释和预测。知道分子的结构可以通过波谱、X-射线衍射等技术进行测定。

知道分子可以分为极性分子和非极性分子, 知道分子极性与分子中键的极性与分子的空间结构密切相关。结合实例初步认识分子的手性对其性质的影响。

2.4 晶体和聚集状态

了解晶体中微粒的空间排布存在周期性, 认识简单的晶胞。借助分子晶体、共价晶体、离子晶体、金属晶体等模型认识晶体的结构特点。知道介于典型晶体之间的过渡晶体以及混合型晶体是普遍存在的。

知道在一定条件下, 物质的聚集状态随构成物质的微粒种类、微粒间相互作用、微粒的聚集程度的不同而有所不同。知道物质的聚集状态会影响物质的性质, 通过改变物质的聚集状态可能获得特殊的材料。

2.5 学生必做实验

简单配合物的形成。

1. 学习活动建议

(1) 实验及探究活动: “相似相溶”规则的实际应用; 水、四氯化碳等分子的极性的比较; 简单配合物的形成, 如银、铜、铁等金属离子所形成的配合物的制取与性质; 制作典型的金属晶体、离子晶体结构模型; 利用模型分析金刚石晶体与石墨晶体的结构特点, 讨论两者性质的差异。

(2) 调查与交流讨论: 交流讨论卤素单质和卤化氢熔、沸点变

核心概念

离子键
共价键
晶格能
离子晶体
配位键
配合物

<p>化的规律；邻羟基苯甲酸、对羟基苯甲酸的沸点和溶解度差异的原因；水的特殊性；金属晶体具有良好的导电性、导热性和延展性的原因；比较氯化钠、氯化铯等离子晶体的结构特征；查阅 N_2、CO 的有关数据并进行比较；查阅“手性分子”的合成及应用；查阅配位化学的发展及其对现代化学的贡献。</p> <p>2. 情境素材建议</p> <p>(1) 价键理论的发展；用 σ 键和 π 键的知识解释氮分子的稳定性；蛋白质分子的重要化学键的键能与紫外线能量的关系；防晒霜防晒的原理。</p> <p>(2) 碳酸酐酶清除人体内二氧化碳；配位化合物在医药科学、催化反应和材料化学等领域的应用，如抗癌药物，氧气与血红蛋白中的 Fe^{2+} 的作用。</p> <p>(3) 氢键与生命的密切关系，如 DNA、蛋白质结构中的氢键。</p> <p>(4) 手性分子在药物研究中的应用。</p> <p>(5) 氧族元素氢化物的熔点和沸点；羊毛制品水洗后形状的变化；范德华力概念的提出及其成因。</p> <p>(6) 晶体缺陷及其应用；合金的性能及合金与纯金属的比较；混合晶体。</p> <p>3. 学业要求</p> <p>(1) 能说出微粒间作用（离子键、共价键、配位键和分子间作用力等）的主要类型、特征和实质；能比较不同类型的微粒间作用的联系与区别；能说明典型物质的成键类型。</p> <p>(2) 能利用电负性判断共价键的极性，能根据共价分子的结构特点说明简单分子的某些性质；能运用离子键、配位键、金属键等模型，解释离子化合物、配合物、金属等物质的某些典型性质；能说明分子间作用力（含氢键）对物质熔、沸点等性质的影响，能列举含有氢键的物质及其性质特点。</p> <p>(3) 能根据给定的信息分析常见简单分子的空间结构，能利用相关理论解释简单的共价分子的空间结构；能根据分子结构特点和键的极性来判断分子的极性，并据此对分子的一些典型性质及其应用作出解释。</p> <p>(4) 能说出晶体与非晶体的区别；能结合实例描述晶体中微粒排列的周期性规律；能说明分子晶体、共价晶体、离子晶体、金属晶体的区别，能结合实例说明晶体中的微粒及其微粒间的相互作用。</p> <p>(5) 能从微粒的空间排布及其相互作用的角度对生产、生活、科学研究中的简单案例进行分析，举例说明物质结构研究的应用价值，如配合物在生物、化学等领域的广泛应用，氢键对于自然界存在和生命科学的重大意义。</p>	<p>手性分子 等电子原理 原子晶体 金属键 金属晶体 分子间作用力 相似相溶 氢键 分子晶体</p>
---	---

概念的联系与发展

与必修内容的联系：

- 1 在必修阶段对共价键的要求是认识化学键的涵义、知道共价键的形成、了解共价化合物的概念和能识别典型的共价化合物。
- 2 必修阶段用电子式表示共价分子是为学习键的极性、分子的极性奠定基础。
- 3 必修部分共价键的学习也是为选修部分学习原子晶体奠定基础。
- 4 在必修阶段学习了化学键，构成物质的基本微粒如分子等。这些均与分子间作用力有着关联。
- 5 氢键的形成与必修阶段的用电子式表示共价分子的形成过程等有着关联。

与同一年级其他主题的联系：

- 1 在选修阶段提出了更高的要求。如知道共价键的形成原因、本质、特征；认识共价分子结构的多样性和复杂性等。
 - 2 等电子体的判断与元素周期律有着紧密关系。
 - 3 原子晶体的形成与共价键相关，共价键的学习是为原子晶体奠定基础。
 - 4 晶胞与离子晶体、分子晶体、金属晶体等都密切相关。
- 要注意区分范德华力、氢键和化学键。

阶段性重难点突破

1. 离子晶体的认知发展

《普通高中化学课程标准（实验）》在必修阶段要求知道离子键和共价键的形成，了解离子化合物、共价化合物的概念，能识别典型的离子化合物和共价化合物，但共价键的主要类型（ σ 键和 π 键）、键长、键角以及金属键、分子极性等暂不作要求。在选修课程《物质结构与性质》中要求能根据离子化合物的结构特征解释其物理性质、能描述NaCl等离子晶体的结构与性质的关系、知道离子晶体的结构微粒、微粒间作用力等。

2. 配离子的认知发展

配离子实质属于电解质溶液的范畴。对于电解质溶液的教学，要在剖析和梳理其中蕴含的化学学科核心素养培养要素的基础上，从培养学生学科核心素养的主旨出发，依据电解质溶液知识的逻辑体系和学生认识发展的序，可以建构形成结构化的四阶段教学单元，通过各个阶段、各个课时教学达成学科核心素养的培养目标。

第一阶段：从宏观现象入手，运用想象并借助微粒运动模型和化学语言描述，建立强（弱）电解质（酸、碱、盐）及其电离的概念，为学习酸碱盐溶液的性质和相关反应奠定基础。

第二阶段：通过实验和运用实验探究的方法，形成离子反应的概念，并能用于解释、描述或预测电解质溶液中的常见离子反应。

第三阶段：应用有关电解质溶液的原理知识，运用科学探究方法，并借理想化模型分析原电池反应与电解反应，难溶电解质的沉淀溶解和转移、简单配离子的形成与电离及其在溶液中发生的离子反应，进一步培养运用电解质原理知识探究、分析和解决问题的能力及应用意识。

第四阶段：综合应用电解质溶液的知识，尝试分析或解决在陌生的或相对复杂的情境下的化学问题，如实际上生产生活中应用的电解质溶液组成的定性、定量分析；判断或预测不同电解质溶液间可能发生的离子反应；解释说明有关酸（碱）性废水、废液中铜等重金属离子的处理、化学电源以及电解、电镀工作原理等，加深对电解质溶液的有关原理的理解，

培养运用化学原理知识和化学方法，进行科学探究，分析解决实际问题的能力和实践能力，体会化学科学的价值，提高社会责任感。

3. 基于认知目标的教学设计

对于离子键、离子化合物的教学可以制造认知冲突，激发学生的思维。如展示 HCl 的错误电子式 $\text{H}^+ [\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^-$ ，质问学生：为什么说该电子式书写错误？老师说错就一定是错的吗？说它没有离子键，为什么盐酸中有 H^+ 和 Cl^- ，HCl 是强电解质？提出学生认知的矛盾问题，逼迫同学进行思考。这时有的同学认识到 HCl 溶于水后，在水分子作用下形成了 H^+ 和 Cl^- 。至此矛盾似乎解决了，其实不然。教师反问：那么 NaCl 也是在水作用下电离，为什么说它是离子化合物呢？怎样用实验方法证明 HCl 是共价化合物呢？由此引出用液态 HCl 不能导电而熔融的 NaCl 可导电的事实说明其结构差异的科学方法。

在离子晶体的教学中借助模型设计问题链：（1）同学们请观察氯化钠晶体结构模型，其中红球代表 Na^+ 、黑球代表 Cl^- 。请问，有几个小的立方体？ Na^+ 周围有几个 Cl^- ？ Cl^- 周围有几个 Na^+ ？（2）再来观察并讨论，将 Na^+ 周围的 6 个 Cl^- 用虚线连接起来，组成什么空间图形？（3）再看， Na^+ 周围最近的 Na^+ 有几个？怎样观察？（4）大家数一数在氯化钠模型中（即 1 个基本结构单元，晶胞）中有几个红球（ Na^+ ）几个黑球（ Cl^- ）？（5）为什么 Na^+ 和 Cl^- 数目不等？这和电荷守恒的常识是矛盾的呀，请思考为什么。在提问后教师可以进行适当启发，如这个晶胞是从无限结构中剥离的一个结构单元，各个小球在模型中的位置相同吗？它们对晶胞的贡献相同吗？如果我们想象用一把刀从无限晶体中切下来该结构模型，那么这些小球是否仍然完整呢？

要注意设计多样的学习活动，创设问题情境，让学生通过参与式、体验式的学习，掌握知识，培养意识，形成观念，提高关键能力和必备品格。为了帮助学生建立配离子的概念，可运用实验创设问题情境，启发学生运用已有知识进行探究学习；让学生进行硫酸铜溶液和过量氨水的反应实验，“发现”铜盐和氨水这种碱溶液能发生反应，无法用盐溶液和碱溶液的离子互换反应知识来解释。硫酸铜溶液和氨水作用，生成的蓝色氢氧化铜沉淀，会因继续加入氨水而溶解，溶液呈深蓝色。怎么理解发生的“新”反应，生成的新化合物？建议学生用三种铜盐——氯化铜溶液、硝酸铜溶液、硫酸铜溶液分别与氨水、烧碱、氢氧化钾溶液反应，观察、比较、分析反应的现象和结果：各种铜盐溶液和烧碱、氢氧化钾溶液的反应，都得到蓝色氢氧化铜沉淀，而各种铜盐溶液和过量氨水反应，都得到深蓝色溶液。说明深蓝色溶液的生成和盐的酸根种类无关，只和氨水中的氨分子或铵根离子、铜离子有关。为了帮助学生深入地探究问题，可以告诉学生，事实上从深蓝色溶液中确实可以得到组成为 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 的深蓝色晶体，说明深蓝色溶液中存在 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 离子。引导学生联系 NH_3 分子和氢离子形成 NH_4^+ 离子所形成的化学键，思考 Cu^{2+} 、 NH_3 与酸根离子是怎样结合的？晶体中存在怎样的化学键？通过学生自己的分析，可以判断具有空轨道的 Cu^{2+} 可与具有孤电子对的 NH_3 分子以配位键结合，形成 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 离子，很自然地初步形成配离子的概念。

主题 3：研究物质结构的方法与价值

内容标准

3.1 物质结构的探索是无止境的

了解人类探索物质结构的过程，认同“物质结构的探索是无止境的”观点，了解从原子、分

子、超分子等不同尺度认识物质结构的意义。

3.2 研究物质结构的方法

了解用原子光谱、分子光谱、X-射线衍射等来表征物质结构的基本方法和实验手段。结合案例了解物质结构修饰的一般思路。

3.3 研究物质结构的价值

初步认识物质的结构与性质之间的关系,知道物质结构的研究有助于发现具有预期性质的新物质,以及为设计与合成这些新物质提供理论基础。认识研究物质结构有助于了解材料的结构与性能的关系,对优化物质的结构、改善材料性能具有重要意义。了解生命科学中许多重大问题的解决均需要物质结构理论与分析测试技术的支持。

1. 学习活动建议

(1) 实验及探究活动:模拟利用 X-射线衍射研究物质微观结构的方法;借助物质熔、沸点变化与范德华力的关系探究影响范德华力的因素;探究发现氢键和建立氢键理论模型的过程;研究氢键对物质性质的影响;探究分子的价电子数目与空间结构的关系。

(2) 调查与交流讨论:交流讨论模型在探索物质结构中的作用;收集 20 世纪科学家在物质结构探索方面的有关资料;查阅利用物质结构进行药物设计和材料优化的案例;走访科研机构,了解物质结构研究的现代技术和先进成果。

2. 情境素材建议

(1) 人类建立原子结构模型的历史;玻尔与爱因斯坦的争论。

(2) 配合物与抗癌药物的设计,手性药物设计;碳的同素异形体及其应用;金属材料性能的优化;功能高分子材料的研制;元素周期表与超导材料;光伏材料、催化材料、纳米材料等新型材料。

(3) X-射线衍射、原子光谱、分子光谱和光电子能谱等结构分析技术。

3. 学业要求

(1)能举例说明人类对物质结构的认识是不断发展的,并简单说明促进这些发展的原因。

(2) .能说明原子光谱、分子光谱、X-射线衍射等实验手段在物质结构研究中的作用。

(3) 能举例说明物质在原子、分子、超分子、聚集态等不同尺度上的结构特点对物质性质的影响,能举例说明结构研究对于发现、制备新物质的作用。

(4) 能认识到化学已经发展成为实验和理论并重的学科,能欣赏物质结构的研究及其理论发展对化学学科发展的贡献。

核心概念

结构决定性质

评价示例

1. 铁氮化合物 (Fe_xN_y) 在磁记录材料领域有着广泛的应用前景。某 Fe_xN_y 的制备需铁、氮气、丙酮和乙醇的参与。

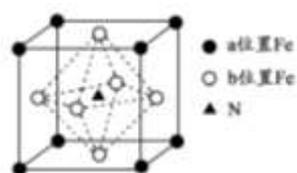
(1) Fe^{3+} 基态核外电子排布式为_____。

(2) 丙酮 ($\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$) 分子中碳原子轨道的杂化类型是_____，1 mol 丙酮分子中含有 σ 键的数目为_____。

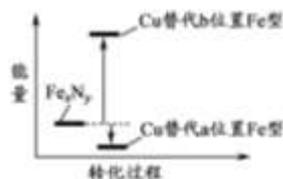
(3) C、H、O 三种元素的电负性由小到大的顺序为_____。

(4) 乙醇的沸点高于丙酮，这是因为_____。

(5) 某 Fe_xN_y 的晶胞如图甲所示，Cu 可以完全替代该晶体中 a 位置 Fe 或者 b 位置 Fe，形成 Cu 替代型产物 $\text{Fe}_{(x-n)}\text{Cu}_n\text{N}_y$ 。 Fe_xN_y 转化为两种 Cu 替代型产物的能量变化如图乙，其中更稳定的 Cu 替代型产物的化学式为_____。



甲



乙

评析：本题综合考查了学生对《物质结构与性质》课程模块基本知识的掌握和运用情况，考查学生对语言识别、转换、表达能力以及物质结构与性质关系的分析思维品质，意在引导学生加强对《物质结构与性质》模块中核心概念、基本知识的理解。

概念的联系与发展

“结构决定性质”是化学学科的核心观念，是“宏观辨识与微观探析”思维方式的具体表现形式。在必修阶段“元素周期律”的学习中，要求认识位、构、性之间的内在联系，能根据元素位、构的特点预测和解释元素的性质。在选修《物质结构与性质》中，要求“能根据化学键的特点，解释和预测化合物的性质；能解释和说明分子间作用力、氢键对物质性质的影响”。在选修《有机化学基础》中，则要求“能根据有机化合物官能团的结构特点解释和预测有机化合物的性质”。

模块 3：有机化学基础

本课程模块设置了有机化合物的组成和结构、烃及其衍生物的性质与应用、生物大分子及合成高分子3个主题。通过本课程模块的学习引导学生建立“组成、结构决定性质”的基本观念，形成基于官能团、化学键及反应类型认识有机化合物的一般思路，了解测定有机化合物结构、探究性质、设计合成路线的相关知识。发展“宏观辨识与微观探析”“变化观念与平衡思想”“证据推理与模型认知”“科学探究与创新意识”“科学态度与社会责任”等化学学科核心素养。

主题 1：有机化合物的组成与结构	
内容标准	
1.1 有机化合物的分子结构	
认识有机化合物的分子结构决定于原子间的连接顺序、成键方式和空间排布，认识有机化合物存在构造异构和立体异构等同分异构现象。知道红外、核磁等现代仪器分析方法在有机分子结构测定中的应用。	
1.2 有机化合物中的官能团	
认识官能团的种类 [碳碳双键、碳碳三键、苯环、羟基、氨（胺）基、碳卤键、醛基、酮羰基、羧基、酯基和酰胺基]，从官能团的视角认识有机化合物的分类，知道简单有机化合物的命名。认识官能团与有机化合物特征性质的关系，认识同一分子中官能团之间存在相互影响，认识在一定条件下官能团可以相互转化。知道常见官能团的鉴别方法。	
1.3 有机化合物中的化学键	
认识有机化合物分子中共价键的类型、极性及其与有机反应的关系，知道有机化合物分子中基团之间的相互影响会导致键的极性发生改变，从化学键的角度认识官能团及有机化合物之间是如何相互转化的。	
1. 学习活动建议	核心概念
(1) 实验及探究活动：用球棍模型搭建常见有机物的分子结构；多媒体软件展示有机化合物分子的空间结构和异构现象；以苯酚、苯和乙醇化学性质的比较为例，实验探究有机分子中的基团与化学性质的关系以及基团之间存在相互影响。	官能团
(2) 调查与交流讨论：查阅资料或观看影像，了解质谱仪、红外光谱仪、核磁共振仪在有机化合物组成分析中的运用；观察典型有机物的质谱、红外光谱和核磁共振图谱，并讨论推测有机物的结构。	基团
2. 情境素材建议	元素分析法
(1) 李比希法分析碳氢元素含量的仪器装置与原理；现代仪器分析法的相关设备，典型有机物的质谱、红外光谱和核磁共振图谱信息。	波谱分析
(2) 体现结构与性质关系的典型例证。例如，乙烯、乙醇、	质谱、红外光谱、核磁共振氢谱
	化学式、结构式、结构简式、实验式
	同分异构体
	碳链异构、官能团异构、顺反异构
	系统命名法
	球棍模型

乙酸的典型性质及其与分子结构的关系, 丁醇与叔丁醇性质的差异, 硬脂酸钠、烷基磺酸钠的结构特点及其乳化作用, 反式脂肪酸的结构特征及其对人体健康的影响, 构成生命体的氨基酸的手性特征, 手性药物“反应停”的作用及其对映体的危害。

(3) 有重要应用的、结构复杂的有机物分子结构图。例如, 青蒿素、维生素 B₁₂、牛胰岛素、海葵毒素等。

3. 学业要求

(1) 能辨识有机化合物分子中的官能团, 判断有机物分子中碳原子的饱和程度、键的类型, 分析键的极性; 能依据有机化合物分子的结构特征分析简单有机化合物的某些化学性质。

(2) 能辨识同分异构现象, 能写出符合特定条件的同分异构体, 能列举说明立体异构现象(包括顺反异构)。

(3) 能说出测定有机化合物分子结构的常用仪器分析方法, 能结合简单图谱信息分析判断有机化合物分子结构。

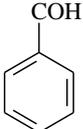
评价示例

注意发展学生的表现性评价, 如在认识碳原子的成键特点和同分异构现象时, 可以让学生根据所给的模型片断自己搭建简单有机物的分子模型, 并讨论其合理性; 查阅现代物理方法在测定元素组成及确定有机物结构方面的应用, 并交流对现代物理方法的认识; 也可以采用纸笔测试, 如有机物的分类与命名、同系物与同分异构体的辩认与书写等。本部分评价不宜涉及复杂有机物同分异构体的书写。

1. 下列有关化学用语表示正确的是

A. 羟基的电子式: $\cdot\ddot{\text{O}}\cdot\text{H}$

B. 甲酸甲酯的最简式: C₂H₄O₂

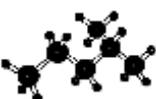
C. 苯甲醛的结构简式: 

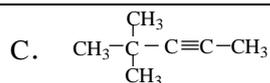
D. 环戊烷的键线式: 

评析: 化学符号与化学用语是化学学科特征的化学知识, 在认识和研究化学中具有重要作用。本题考查学生的化学用语的识别、转换、应用能力, 体现对学生宏观辨识与微观探析素养的评价。

2. 下列有机物的命名正确的是

A. $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_3 \\ | \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$ 2-乙基丙烷

B.  异戊烷



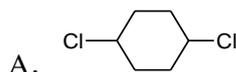
4,4-二甲基-2-戊炔



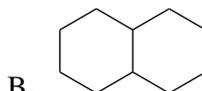
环己醇

评析：有机化合物的命名方法是学习、交流和研究有机化学必备的知识。本题考查了简单有机化合物的命名。从烃到简单的烃的衍生物，从习惯命名到系统命名，都进行了考查。引导学生进一步认识有机化合物的结构特征。

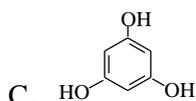
3. 下列有机物¹H - NMR谱图吸收峰的数目正确的是



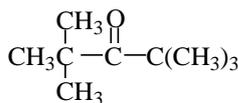
2种



2种



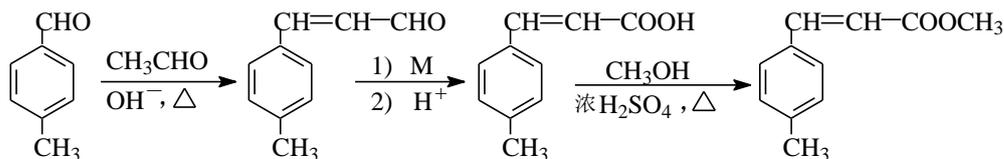
3种



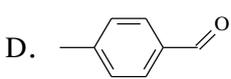
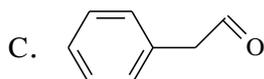
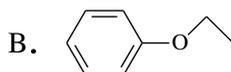
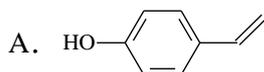
2种

评析：本题考查有机物结构的对称性和等效氢原子的判断等相关内容，帮助学生有机化合物的结构有更深入的认识。

4. 3-对甲苯丙烯酸甲酯（E）是一种用于合成抗血栓药的中间体，其合成部分路线如下：



(1) 下列物质中属于A的同分异构体的是_____（填字母）。



(2) B的分子式为_____。

(3) E与溴的四氯化碳溶液发生加成反应，产物分子中含手性碳原子的数目为_____。

评析：同分异构体的辨认和书写、分子式及手性碳原子数目的判断反映了学生的空间想象能力。本题考查的内容为有机化学的基本要求。

概念的联系与发展

与初中内容的联系：在初中简单认识几种有机物的基础上，较系统地学习有机化合物的组成分析、表示方法、结构特点等。

与同一年级其他主题的联系：

1. 有机化合物的分类、结构特点和命名是学习后续内容的基础，研究有机化合物的一般步骤和方法可以对以后的探究性学习活动奠定一定的基础。

与必修内容的联系：

2. 必修模块有很强的基础性，选取了典型代表物，介绍其基本的结构、主要性质及其在

生产生活中的应用，有利于保证学生基本的科学素养，而本主题在必修内容的基础上进一步归纳与提升，既是对必修内容的扩展，又为后续的系统学习奠定基础。

3. 以物质结构与性质模块中碳原子的杂化方式为切入点，以必修模块中同分异构现象作为递进知识，进一步学习碳架结构和同分异构体的知识。

4. 有关同分异构体的书写这部分内容在主题2的学习中将逐步加深认识和提高要求，本主题中不宜过高要求。

主题 2：烃及其衍生物的性质与应用

内容标准

2.1 烃的性质与应用

认识烷、烯、炔和芳香烃的组成和结构特点，比较这些有机化合物的组成、结构和性质的差异。了解烃类在日常生活、有机合成和化工生产中的重要作用。

2.2 烃的衍生物的性质与应用

认识卤代烃、醇、醛、羧酸、酯、酚的组成和结构特点、性质、转化关系及其在生产、生活中的重要应用，知道醚、酮、胺和酰胺的结构特点及其应用。

2.3 有机反应类型与有机合成

认识加成、取代、消去反应以及氧化、还原反应的特点和规律，了解有机反应类型和有机化合物组成结构特点的关系。认识有机合成的关键是碳骨架的构建和官能团的转化，了解设计有机合成路线的一般方法。体会有机合成在创造新物质、提高人类生活质量及促进社会发展方面的重要贡献。

2.4 有机化合物的安全使用

结合生产、生活实际了解某些烃、烃的衍生物对环境和健康可能产生的影响，体会“绿色化学”思想在有机合成中的重要意义，关注有机化合物的安全使用。

2.5 学生必做实验

乙酸乙酯的制备与性质。

有机化合物中常见官能团的检验。

1. 学习活动建议

(1) 实验及探究活动：一组烃的性质（如乙炔的化学性质、甲苯与酸性高锰酸钾溶液的反应）；一组烃的衍生物的性质（如醛基的性质及检验）；苯的溴代或硝化反应；1-溴丁烷的取代和消去反应；乙醇的消去反应；乙酸乙酯的制备与性质；苯酚的化学性质及其检验；纤维素的水解；油脂的皂化反应与肥皂的洗涤作用；有机化合物（如阿司匹林的有效成分）中常见官能团的检验。

(2) 调查与交流讨论：阅读讨论乳酸、磷脂的结构、性质特点和营养作用，查找实际生活中有用的烃和烃的衍生物，查阅广泛存在于植物中的萜类化合物（如香精、色素）的形成与乙酸的关系，查阅并讨论汽油添加芳香烃增强抗爆震性的利与弊。

2. 情境素材建议

核心概念

官能团

加成反应

取代反应

消去反应

烃

烷、烯、炔、苯的同系物

烃的衍生物

卤代烃、醇、醚、酚、醛、

酮、羧酸、酯

有机推断

有机合成

(1) 自然界中存在的含各类型官能团的有机化合物的结构、功能或用途。

(2) 煤、石油、天然气的综合利用；工业上乙醇合成乙酸的路径，人体内乙醇的代谢，生活中常见的醇类物质及其应用；甲醛中毒的原理；糖尿病人的尿样检测原理；乳酸的性质和应用；制皂原理；人造奶油的制备；酱油与氨基酸；茶与多酚类物质。

(3) 有机合成的案例。例如季戊四醇、长效缓释阿司匹林、肉桂酸乙酯、有机玻璃的单体（甲基丙烯酸甲酯）、苯甲酸苯甲酯、医用胶的合成路线。

3. 学业要求

(1) 能写出烃及其衍生物的官能团、简单代表物的结构简式和名称；能够列举各类有机物的典型代表物的主要物理性质。

(2) 能描述和分析各类有机物的典型代表物的重要反应，能书写相应的反应式。

(3) 能基于官能团、化学键的特点及反应规律分析和推断含有典型官能团的有机物的化学性质。根据有关信息书写相应的反应式。

(4) 能综合应用有关知识完成推断有机化合物、检验官能团、设计有机合成路线等任务。

(5) 能参与环境保护等与有机物性质应用相关的社会性议题的讨论，并作出有科学依据的判断、评价和决策。

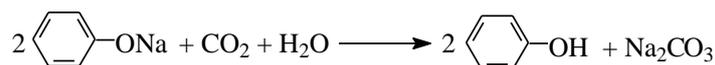
评价示例

注重过程性评价，并结合纸笔测验和实验考核进行整体评价。安排一次专题纸笔测试。注重表现性评价，注重在平时的学习和实验过程中给予学生评价，有条件的学校可以适当采用实验室现场考查等形式，结合活动与探究评价学生的观察能力、语言表达能力、与同学合作与交流的态度，以及学生对实验方案的评价能力等。

1. 下列方程式书写不正确的是



C. 苯酚钠溶液中通入少量二氧化碳：



D. 用银氨溶液检验乙醛中的醛基：



评析：本题以有机化学方程式的形式侧重考查烃的衍生物的基本性质。有机化学方程式是学习有机化学的基础，便于让学生形成结构与性质相联系的理性思维方式。

2. 欲除去下列物质中混入的少量杂质(括号内物质为杂质)，能达到目的是

A. 乙酸乙酯(乙酸): 加饱和碳酸钠溶液, 充分振荡静置后, 分液

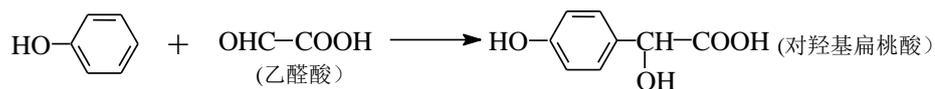
B. 苯(苯酚): 加入浓溴水, 过滤

C. 乙醇(水): 加入金属钠, 蒸馏

D. 乙烷(乙烯): 通入酸性高锰酸钾溶液, 洗气

评析: 本题重点考查学生对有机化学基本知识和实验基础知识的掌握情况, 在实验题中通常主要以基本操作为主, 涉及有机物的检验、分离、提纯、制备等基本操作。试题实验内容源于课本, 意在引导中学化学教学重视教材中的实验活动。

3. 对羟基扁桃酸是合成农药、香料等的重要中间体, 它可由苯酚和乙醛酸在一定条件下反应制得。



下列有关说法不正确的是

A. 上述反应的原子利用率可达 100%

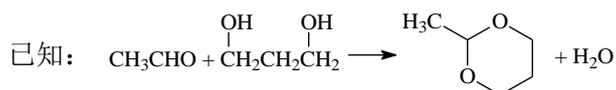
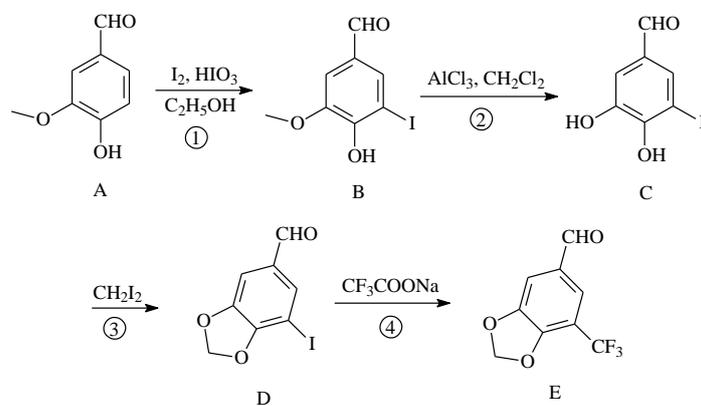
B. 上述反应类型为取代反应

C. 对羟基扁桃酸可发生加成反应、取代反应和缩聚反应

D. 1 mol 对羟基扁桃酸与足量 NaOH 溶液反应, 最多可消耗 3 mol NaOH

评析: 本题主要考查有机化学的主干知识和基础知识, 一般考查有机化合物的分子结构、同分异构体判断、官能团性质、反应类型、计算、物质检验等基础知识的掌握程度。所以必须熟练掌握官能团的性质, 培养结构与性质相联系、模型建构与认知的理性思维方式。

4. 胡椒醛生物在香料、农药、医药等领域有着广泛用途, A 为香草醛, 以 A 为原料合成 5-三氟甲基胡椒醛 (E) 的路线如图所示:



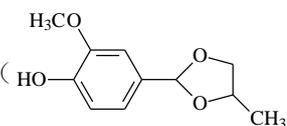
(1) 反应①的类型是_____。

(2) 写出 A 中含氧官能团的名称_____。

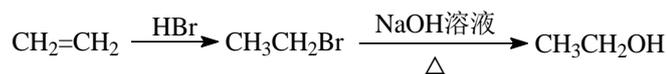
(3) 写出反应③的化学方程式_____。

(4) 写出满足下列条件 A 的一种同分异构体的结构简式_____。

- ①能与碳酸氢钠溶液反应放出气体
- ②不与氯化铁溶液发生显色反应
- ③含苯环，核磁共振氢谱显示其有 5 种不同化学环境的氢原子

(5) 以A和2-氯丙烷为原料，可合成香草醛缩丙二醇 (),

写出合成流程图 (无机试剂任用)。合成流程图示例如下:



评析: 本题以有机合成路径为载体, 主要考查官能团名称、有机反应类型、化学反应方程式书写、同分异构体的书写、基础有机合成等相关内容, 同时通过有机化学在食品安全、环境保护、材料等方面对生活的贡献, 引导学生形成科学价值观。此题有一定综合性, 又有一定开放性。

概念的联系与发展

与必修内容的联系: 必修部分关于有机化合物的知识大部分来自生活实际, 来自生活需要, 主要为了培养学生的基本技能和基本有机化学常识。本专题内容在必修的基础上, 从个别到一般, 从个性到共性, 培养学生对有机化学的兴趣。

与同一年级其他主题的联系:

1. 有机化合物的空间构型可用杂化轨道理论加以解释, 在《物质结构与性质》主题 2 中将进一步学习。
2. 醇的溶解性与氢键、相似相溶等原理相关, 有关内容将在《物质结构与性质》中进一步学习。
3. 酯化反应的研究体现变化与平衡的思想, 将速率平衡理论将在《化学反应原理》中进一步学习。

主题 3: 生物大分子及合成高分子

内容标准

3.1 聚合物的结构特点

了解聚合物的组成及结构特点, 认识单体和单体单元 (链节) 及其与聚合物结构的关系。了解加聚反应和缩聚反应的特点。

3.2 生物大分子

认识糖类和蛋白质的组成和性质特点。了解淀粉和纤维素及其与葡萄糖的关系, 了解葡萄糖的结构特点、主要性质及应用。知道糖类在食品加工和生物质能源开发上的应用。认识氨基酸的组成、结构特点和主要化学性质, 知道氨基酸和蛋白质的关系, 了解氨基酸、蛋白质与人体健康的关系。了解脱氧核糖核酸、核糖核酸的结构特点和生物功能。认识人工合成多肽、蛋白质、核酸等的意义, 体会化学科学在生命科学发展中所起的重要作用。

3.3 合成高分子

认识塑料、橡胶、合成纤维的组成和结构特点, 了解新型高分子材料的优异性能及其在高新技术领域中的应用。

3.4 学生必做实验

葡萄糖的性质

1. 学习活动建议

(1) 实验及探究活动：蔗糖的水解；葡萄糖的性质；酶的催化作用；聚乙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯的区分；聚苯乙烯的热分解；氨基酸的检验（与茚三酮的反应），蛋白质含量的检测（氨基与亚硝酸的反应）；酚醛树脂的合成。

(2) 调查与交流讨论：阅读讨论蛋白质结构的复杂性及种类的多样性；阅读交流常见塑料、合成纤维和合成橡胶的应用与合成；阅读交流各种新型功能高分子的性能与应用。

2. 情境素材建议

(1) 生命科学、材料科学的发展历程中有机化学的重要贡献。

(2) 淀粉、纤维素、蛋白质、脱氧核糖核酸、核糖核酸的结构示意图或分子模型；常见塑料、合成纤维和合成橡胶的结构简式、单体及合成路线。

(3) 人工合成的新材料，如水立方场馆的有机材料、不粘锅的表面涂层、宇航服面料及人工合成新药物等的结构简式、功能或用途。

(4) 塑料的发展，如从不可降解的聚乙烯到可降解的聚乳酸；新材料，如高分子膜（如水立方场馆的膜材料）、导电高分子（如聚乙炔）、医用高分子（如骨水泥、医用缝合线）等。

3. 学业要求

(1) 能对单体和高分子进行相互推断，能分析高分子的合成路线，能写出典型的加聚反应和缩聚反应的反应式。

(2) 能列举典型糖类物质，能说明单糖、二糖及多糖的区别和联系，能探究葡萄糖的化学性质，能描述淀粉、纤维素的典型性质。

(3) 能辨识蛋白质结构中的肽键，能说明蛋白质的基本结构特点，能判断氨基酸的缩合产物、多肽的水解产物。能分析说明氨基酸、蛋白质与人体健康的关系。

(4) 能辨识核糖核酸、脱氧核糖核酸中的磷酸键，能基于氢键分析碱基的配对原理。能说明核糖核酸、脱氧核糖核酸对于生命遗传的意义。

(5) 能举例说明塑料、橡胶、纤维的组成和结构特点，能列举重要的有机高分子化合物，说明它们在材料领域中的应用。

(6) 能参与营养健康、材料选择与使用、垃圾处理等社会性议题的讨论，并作出有科学依据的判断、评价和决策。

核心概念

糖类

单糖、二糖、多糖

水解

氨基酸

蛋白质

盐析

变性

颜色反应

高分子材料

线型结构、体型结构

链节、聚合度、单体

加聚反应

缩聚反应

塑料、合成纤维、合成橡胶

评价示例

这两部分内容仅要求掌握基本概念和知识，所涉及的内容和人们日常生活紧密相关，注重过程性评价，开展实践课、实验课，让学生广泛收集资料，组织展览、交流成果，使学生感受化学的魅力。

1. 聚对苯二甲酸乙二酯 ($\text{[-C(=O)-C}_6\text{H}_4\text{-C(=O)-OCH}_2\text{CH}_2\text{-O]}_n$) 简称 PET，俗称“的确良”，是一种性能良好的树脂材料，常用于合成化学纤维。下列有关说法正确的是

- A. 合成 PET 的单体为对苯二甲酸和乙醇
 B. PET 可通过缩聚反应获得
 C. 1mol 对苯二甲酸最多可以与 5mol 氢气发生加成反应

D. PET 与 $\text{[-C(=O)-C}_6\text{H}_4\text{-CH(OH)-C(=O)-CH}_2\text{-O]}_n$ 互为同分异构体

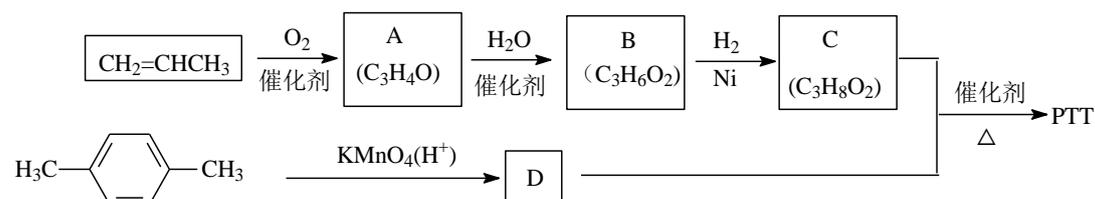
评析：本题考查单体、缩聚反应等基本概念，知道高分子材料是由许多聚合度相同或不相同的高分子聚集起来的。同时，也对官能团的结构与性质的基本知识作了考查。以与日常密切关联的材料入手，让学生感受到化学对人类社会发展所作的贡献，体验到化学无处不在。“化学的核心是合成，这是化学区别于所有其他科学的特色……化学创造了一个人造世界。化学是一门最富创造性和想象力的科学”。

2. 下列有关实验操作能达到实验目的或得出相应结论的是

选项	实验目的	实验操作及现象
A	检验 1-溴丙烷中含有溴	将 1-溴丙烷与足量氢氧化钠溶液混合加热，冷却后加硝酸银溶液，得沉淀
B	验证样品中一定含有苯酚	向样品溶液中滴加氯化铁溶液后显紫色
C	验证蔗糖没有水解	在蔗糖溶液中加入稀硫酸，水浴加热一段时间后，加入少量新制 Cu(OH)_2 悬浊液，加热后未出现砖红色沉淀
D	证明蛋白质的变性是不可逆的	向蛋白质溶液中滴加 CuSO_4 溶液，有固体析出，过滤，向固体中加足量水，固体不溶解

评析：本题以常见的有机化合物的结构和性质基础实验内容设计试题，意在引导中学化学教学重视对学生实验基本操作技能的培养，凸显“化学以实验为基础”的学科特点。考查学生基于实验现象进行推理形成结论的能力。关注对实验原理的分析，关注培养学生的“证据推理与模型认知”这一化学学科素养。

3. PTT 是近几年来迅速发展起来的新型热塑性聚酯材料，具有优异性能，能作为工程塑料、纺织纤维和地毯等材料而得到广泛应用。其合成路线可设计为：



其中 A、B、C 均为链状化合物，A 能发生银镜反应，B 中不含甲基。请回答下列问题：

(1) A、B 的结构简式分别为_____、_____。

(2) C 中是否含有手性碳原子_____。(填“含有”或“不含有”)

(3) 写出一种满足下列条件的 A 的同系物的结构简式_____。

①分子式为 C_4H_6O ②含有 1 个 $-CH_3$

(4) 1 mol C 可与足量钠反应生成_____L H_2 (标准状况)。

(5) 由物质 C 与 D 反应生成 PTT 的化学方程式为_____，反应类型为_____。

评析：本题以服装面料中常用的弹性涤纶 PTT 纤维的合成设计试题，侧重考查对有机化合物的结构、性质的掌握程度。让学生感受到化学在新材料的合成中的重要地位，认识到人们可以从需求出发，设计出某些具有某种功能的高分子化合物，体验化学的魅力。

概念的联系与发展

与必修内容的联系：必修中对糖类、油脂、蛋白质只是从组成和性质上初步认识，对高分子也只是基本的认识。选修部分则要求从结构角度认识糖类、油脂和蛋白质的性质，从组成、结构、单体、链节、合成反应原理等方面认识有机高分子化合物。

与同一年级其他主题的联系

1. 是主题 1、主题 2 有机化学基础知识的延续和发展，涉及的内容与人们日常生活紧密相关，要求掌握基本概念和知识。

2. 糖类、油脂、蛋白质既是人类的主要食物，也是重要的工业原料，与生物学知识关系紧密。