

南京工程学院“课程思政”建设课程典型案例展之

《原子核物理 C》典型教学案例

第二单元 第 4 节 核力与结合能

◇ 内容简介

1. 教学重点难点分析

教学重点：质量亏损及爱因斯坦的质能方程的理解。

教学难点：结合能的概念、爱因斯坦的质能方程、质量与能量的关系。

教学难点的突破措施：根据“结合能”的定义，通过游离态的核子结合成原子核的过程，把抽象的概念具体化，帮助学生理解。

2. 学情分析

学生在高中学习过程中已经具有一定的知识储备，通过前面的系统学习，学生对于原子及原子核的结构、性质、相互作用及运动规律等内容已经有了具体的接触和了解，对本节的进一步学习和认识相对教容易。

3. 教学策略设计

在教学的指导思想上，坚持“教师为主导，学生为主体”的原则，从课前预习到课堂活动再到课后作业，学生在老师的指导下开展有关的学习和探究；

在教学方法和手段上，利用多媒体技术进行知识和物理现象的展示，利用网络资源组织学生开展课前预习和课后探究活动；

在学法指导上，鼓励学生通过主动阅读，分析教材内容，提取知识点，形成知识网络。

◇ 教学目标

1. 教学目标

知识与技能：

- (1) 掌握核力的概念、特点及自然界存在的四种基本相互作用；
- (2) 理解稳定原子核中质子与中子的比例随着原子序数的增大而减小；
- (3) 掌握结合能的概念，掌握核反应中的质量亏损；
- (4) 了解爱因斯坦的质能方程，理解质量与能量的关系。

过程与方法：

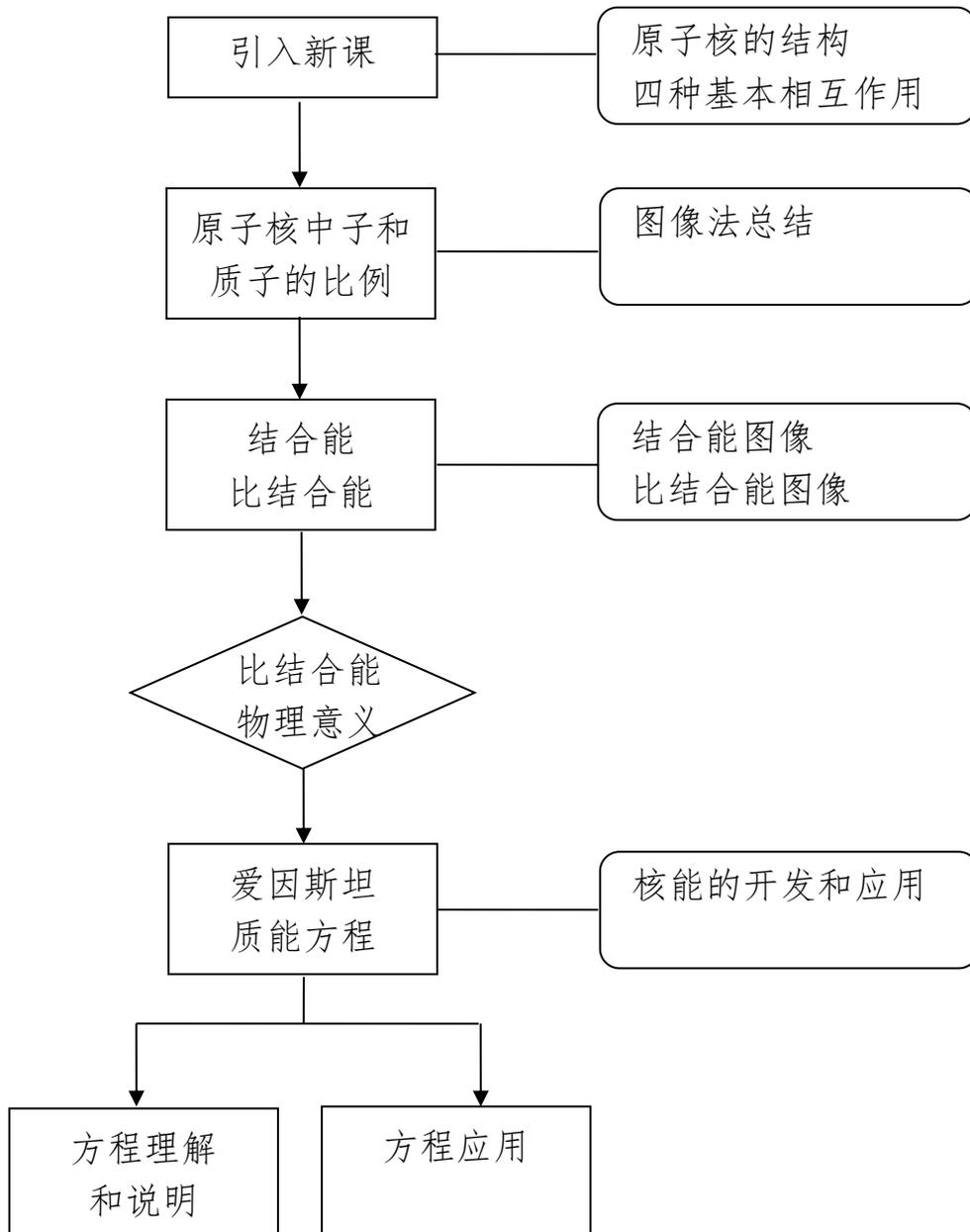
- (1) 会根据质能方程和质量亏损的概念计算核反应中释放的核能；
- (2) 培养学生的理解能力、推理能力、及数学计算能力。

2. 育人目标

- (1) 使学生树立起实践是检验真理的标准、科学理论对实践有着指导和预见作用的能力；
- (2) 认识开发和利用核能对解决人类能源危机的重要意义。

◇ 教学设计

教学整体设计：



2. 育人设计

通过重大科学发现过程的讲授和结合物理学史对科学家生平事迹的介绍，使学生了解物理学家对物理结构的实验——理论——再实验——再理论的认识过程，培养学生树立辩证唯物主义世界观，引导学生学会近代物理的研究方法，提高其分析问题和解决问题的能力，激发其爱国热情，为祖国的核事业作出贡献。

切入点 1：在讲到结合能部分的知识点，引入“爱因斯坦谈首枚原子弹爆炸”，让学生了解科学技术对人类生活和发展的重大影响，明白科学技术必须在理性、道德的规范下才能为人类谋取幸福。

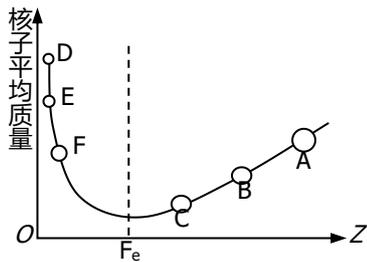
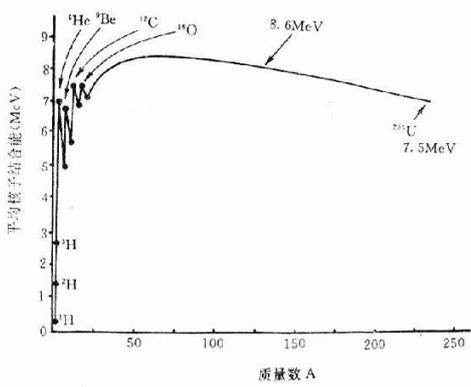
切入点 2：在讲到核能的利用知识点，引入“中国核电技术获得新进展”，让学生了解科学技术对人类社会发展的积极作用，了解祖国在核电技术上的成就，增强爱国主义精神。

◇ 实施过程

1. 教学过程设计

教学环节和教学内容	教师活动	学生活动	设计意图
[引入] 氦原子核中有两个质子，质子质量为 $m_p=1.67 \times 10^{-27}\text{kg}$ ，带电量为元电荷 $e=1.6 \times 10^{-19}\text{C}$ ，原子核的直径的数量级为 10^{-15}m ，那么两个质子之间的库仑斥力与万有引力两者相差多少倍？	1. 投影展示 2. 提出问题：为何原子核稳定？	计算回答：两者相差 10^{36} 倍	引出： 四种基本相互作用
1. 核力与四种基本相互作用 (1) 强相互作用：大，短程力 (2) 弱相互作用：小，短程力 (3) 引力相互作用：长程力 (4) 电场相互作用：长程力	板书 指导学生阅读课本	学生阅读教材有关内容进行总结。	培养学生阅读材料，总结知识点的能力

<p>2. 总结：核力的特点</p> <p>(1) 大距离：几乎为零；小距离：强吸引力；更小距离：斥力</p> <p>(2) 相邻核子之间才发生核力</p> <p>(3) 核子靠近时，核力做正功，势能减小，释放能量；核子离开时，核力做负功，势能增大，吸收能量。</p>	<p>引导学生从核力作用范围、作用强弱、与能量关系等三方面进行讨论,总结。</p>	<p>学生讨论总结归纳。</p>	<p>为结合能的学习做好准备。</p>
<p>3. 结合能</p> <p>(1) 定义：核子结合成原子核时放出的能量,或者原子核分解成核子时吸收的能量。</p> <p>注意：不是核的状态量</p>	<p>指导学生分析游离态核子结合成原子核的过程,分析核力做功情况。</p>	<p>学生分析游离态核子结合成原子核的过程,分析核力做功情况。</p>	<p>1. 回顾功-能关系</p> <p>2. 通过自主讨论突破难点问题。</p>
<p>(2) 平均结合能(比结合能)：随A增大：先增后减。(图象)</p> <p>①平均结合能越大：核子结合成核后释放能量更多：原子核能量越小：越稳定；</p> <p>②中等核子数的平均结合能最大：原子核能量最小，最稳定；</p> <p>③从平均结合能小的原子核聚合成平均结合能大的原子核：释放能量；反之吸收能量；</p> <p>④大核裂变成中核，或小核聚变成中核：释放能量(核能)，且伴随质量亏损。</p>	<p>讲授： 平均结合能</p>	<p>学生举例子，分析核子结合成原子核的过程，或原子核分解为游离态核子的过程，讨论核能的变化。</p>	



引导学生从图像了解结合能、平均结合能随原子数变化而变化

【例题 1】下面关于结合能和比结合能的说法正确的是 (D)

- A. 核子结合成原子核吸收的能量或原子核拆解成核子放出的能量称为结合能
- B. 比结合能越大的原子核越稳定, 因此它的结合能也一定越大
- C. 重核与中等质量原子核比较, 重核的结合能和比结合能都大
- D. 中等质量原子核的结合能和比结合能均较轻核要大

展示题目, 提问。

学生独立作答

巩固结合能的理解

<p>4. 质量亏损，核能</p> <p>(1) 定义：核反应前与反应后核子总质量的质量之差。$\Delta m = m_0 - m_t$</p> <p>① $\Delta m = m_0 - m_t > 0$：质量减少，释放核能，新核的平均结合能更大，更稳定；</p> <p>② $\Delta m = m_0 - m_t < 0$：质量增加，吸收能量，新核的平均结合能更小，更不稳定。</p>	<p>讲授</p>		
<p>(2) 核能：核反应释放的结合能与质量亏损成正比：$E_{\text{核能}} = \Delta m \cdot C^2$</p> <p>① 国际单位下：质量亏损：kg；核能：J；</p> <p>② 非国际单位：质量亏损：$1u = 1.6606 \times 10^{-27} \text{kg}$ (C-12 原子质量 1/12)；核能：931.5MeV。</p> <p>则：$E = \Delta m \times 931.5 \text{MeV}$</p>	<p>讲授</p>		
<p>【材料】爱因斯坦谈首枚原子弹爆炸：</p> <p>1945年8月6日，当爱因斯坦在纽约知道了日本广岛遭原子弹轰炸的消息时，感到极度震惊。作为推动美国开始原子弹研究的第一人，爱因斯坦不无遗憾地说：“我现在最大的感想就是后悔，后悔当初不该给罗斯福总统写那封信。……我当时是想</p>	<p>核能对人类来说是福还是祸？</p> <p>引导学生以辩证态度进行分析</p>	<p>学生进行短暂讨论后回答</p>	<p>课程思政目标： 学生了解科学技术对人类生活和发展的重大影响，明白科学技术必须在理性、道德的规范下才能为人类谋取幸福。</p>

<p>把原子弹这一罪恶的杀人工具从疯子希特勒手里抢过来。想不到现在又将它送到另一个疯子手里。……我们为什么要将几万无辜的男女老幼，作为这个新炸弹的活靶子呢？”</p>			
<p>【例题 2】 ${}^3_1\text{H}$ 的质量是 3.016050u，质子的质量是 1.007277u，中子的质量是 1.008665u。求：</p> <p>(1) 一个质子和一两个中子结合为氦核时，是吸收还是释放能量？该能量为多少？</p> <p>(2) 氦核的结合能和比结合能多大？</p> <p>(3) 如果这些能量是以光子形式放出，则光子频率多少？是哪种电磁波？</p>		<p>学生独立解答</p>	<p>1. 质能方程的应用；</p> <p>2. 补充知识点：质量的另外一个单位 u</p>
<p>5. 核能的应用</p> <p>(1) 核电站</p> <p>(2) 核动力</p> <p>(3) 核聚变电站</p>	<p>结合图片简要介绍核能的和平利用</p>	<p>学生讨论</p>	
<p>【材料】中国核电技术获得新进展</p> <p>中国科学家日前宣布获得“动力堆/乏燃料/后处理技术”，实现了对核动力堆中燃烧后的核燃料的铀、钚材料回收，大大提高了核燃料利用率。这一重大技术突破也引发外国媒体强烈关注。有媒体表示，此举将极</p>	<p>引导学生思考：核电技术对国家的重要性</p>	<p>讨论：</p> <p>中国核电技术的突破具有的积极意义。</p>	<p>课程思政目标：</p> <p>1. 科学技术对人类社会发展的积极作用；</p> <p>2. 了解祖国在核电技术上的成就，增强爱国主义</p>

<p>大促进中国的核能工业发展，令中国有望在 2030 年超越美国成为全球最大原子能制造商。</p> <p>目前国际上快堆燃料循环系统的研究开发虽未达到商用水平，但已积累了不少经验。各主要核国家均掌握了热堆乏燃料水法后处理技术。在快堆乏燃料干法后处理方面，美国已取得了实质性突破，并于 2001 年成功地处理了 500 千克快堆乏燃料。俄罗斯在快堆乏燃料的干法后处理方面也已达到中试规模。2001 年，俄罗斯干法后处理已达到半工业规模。</p>			<p>义精神。</p>
--	--	--	-------------

2. 板书设计

- (1) 核力与四种基本相互作用
- (2) 原子核中质子与中子的比例
- (3) 结合能和平均结合能
- (4) 质量亏损

3. 课堂评价

(1) 课堂练习

已知 1 个质子的质量 $m_p=1.007277u$ ，1 个中子的质量 $m_n=1.008665u$ 。氦核的质量为 $4.001509 u$ 。这里 u 表示原子质量单位， $1 u=1.660566 \times 10^{-27} \text{ kg}$ 。由上述数值，计算 2 个质子和 2 个中子结合成氦核时释放的能量。（28.3MeV）

学生：学习课本例题，做巩固练习，加深对质量亏损、原子核的结合能及比结合能的理解

(2) 课后探究

- 1) 理解原子核的结合能的概念；理解质量与能量的区别及它们之间的对应关系；
- 2) 完成课后作业 3, 4

4. 教学反思

(1) 本节讨论的主线在于功与能量的关系，能量守恒定律，通过讨论让学生更好理解核能的来源；

(2) 质量亏损非常重要对学生来说比较难以理解，要求学生务必掌握，通过质量与能量之间的关系讲解，以防部分学生误认为“能量可以被创造”。