# 第十单元 原子与原子核

本单元主要由原子的结构、原子核的组成、核力和基本相互作用、放射性和原子核的衰 变、核反应与核技术应用等内容组成。在初步了解了必修 3 中利用核能的方式、核裂变与核聚变的基础上，学生在本单元将学习人类探索原子结构的历史，学习从原子结构的角度来理解原子核的变化以及核能的产生，形成宏观与微观相结合的物质观念。

本单元课程内容学习建议安排 7.5 课时。

## 一、教学要点

### 1．单元内容结构

原子结构

原子的核式结构

原子核

核外电子

原子核的组成

核裂变

核聚变

衰变

原子的能级结构

质子

中子

核力

结合能

核技术应用

基本相互作用

强相互作用

电磁相互作用

引力相互作用

弱相互作用

半衰期

### 2．单元学习要求

本单元对应《2017 年版高中物理课标》选择性必修 3 的“原子与原子核”主题，下表中的“标引”与《2017 年版高中物理课标》【内容要求】下的序号一致，“内容”是根据【内容要求】提炼出的单元主要内容，“具体要求举例”是针对主要内容给出的表现性要求的示例。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标引 | 内容 | 具体要求举例 |
| 3.3.1 | 探索原子及其结构的历史 | **了解探索原子及其结构的历史**。能简述阴极射线的研究过程能简述原子的“枣糕模型”；能简述各种原子结构模型的提出过程；体会质疑创新、猜想假说、建构模型、实验验证的科学思维方法。 |
| 原子的核式结构 | **知道原子的核式结构模型**。能描述 α 粒子散射实验的现象；能简述原子的核式结构模型。 |
| 原子的能级结构 | **了解原子的能级结构**。知道光谱；能阐述原子的能级结构理论；能简述玻尔理论对氢原子光谱的解释；知道光谱分析的研究方法的应用。 |
| 3.3.2 | 原子核的组成 | **了解原子核的组成**。能简述质子和中子的发现过程；能根据质量数守恒和电荷守恒写出核反应方程。 |
| 核力和基本相互作用 | **了解核力的性质和基本相互作用**。能说出核力的性质；能说出四种基本相互作用。 |
| 3.3.3 | 放射性和原子核衰变 | **了解放射性和原子核衰变**。能说出放射性物质及三种射线（α 射线、β 射线、γ 射线）的特点；能简述射线的危害与防护；能写出原子核衰变的方程。 |
| 半衰期 | **知道半衰期**。能说出半衰期的含义；知道原子核的衰变符合统计规律。 |
| 放射性同位素 | **了解放射性同位素**。能列举放射性同位素在生产生活中的应用。 |
| 3.3.4 | 结合能 | **认识原子核的结合能**。能说出结合能产生的原因；能运用爱因斯坦质能方程计算核反应过程中释放的核能。 |
| 核裂变和核聚变 | **了解核裂变和核聚变**。能简述原子核的裂变和聚变反应；能简述链式反应、核裂变反应堆、可控核聚变。 |
| 核技术应用 | **关注核技术应用**。关注核技术应用对人类生活和社会发展的影响。 |
| 3.3.5 | 探索物质结构的历程 | **了解人类对物质结构的探索历程**。能简述人类探索物质结构历程；体会科学思维和研究方法在探索历程中的价值，激发学生的科学探索精神和社会责任感。 |

### 3．单元内容与核心素养

在本单元学习中，学生将了解原子结构、原子核组成、人类对原子结构的探索历程等内容，形成有关原子微观结构的物质观念；通过学习人类探索原子等微观物质结构的历史，从现象中发现问题，从推理中建构模型，从实验中寻找真相，从矛盾中产生质疑，从坚持中突破创新，学习科学家的思维方法、探究方法和科学精神，激发探索未知的兴趣；通过学习原子核衰变、核反应以及核技术应用，理解物理学与技术、社会发展的关系，形成良好的科学态度，提升社会责任感。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 编号 | 核心内容 | 物理观念 | 科学思维 | 科学探究 | 科学态度与责任 |
| 10.1 | 探索原子及其结构的历史 | ◎ | ● | ● | ● |
| 10.2 | 原子的核式结构 | ● | ● | ● | ◎ |
| 10.3 | 原子的能级结构 | ● | ● | ◎ | ◎ |
| 10.4 | 原子核的组成 | ◎ | ◎ | ● | ◎ |
| 10.5 | 核力和基本相互作用 | ● | ◎ | 〇 | 〇 |
| 10.6 | 放射性和原子核衰变 | ● | 〇 | 〇 | ◎ |
| 10.7 | 半衰期 | ◎ | ◎ | 〇 | 〇 |
| 10.8 | 放射性同位素 | ◎ | 〇 | 〇 | ◎ |
| 10.9 | 结合能 | ● | ◎ | 〇 | 〇 |
| 10.10 | 核裂变和核聚变 | ● | 〇 | 〇 | ◎ |
| 10.11 | 核技术应用 | ◎ | 〇 | 〇 | ● |
| 10.12 | 探索物质结构的历程 | ◎ | ● | 〇 | ● |

## 二、单元实施

### 1．单元任务设计

本单元的任务设计思考路径是：在研读《2017年版高中物理课标》的基础上，发掘出一个能引领整个单元学习的核心任务。本单元学习内容围绕原子的结构展开，科学家利用各种方法步步深入，探索原子内部的细微结构，找到了蕴含在原子核内的巨大能量，使其为人类所用。随着科技的进步，探测微观世界的手段和方法也不断改进，使人们对物质的微观结构认识越来越精细，发现了越来越多的新粒子，这是一个充满惊喜和突破的过程。本单元的核心任务“跟随科学家探索原子结构”旨在让学生通过本单元学习不仅能了解原子的结构，了解核能来自原子核，了解人类探索原子微观结构的途径和方式，认识核能的本质和价值，而且能认真思考人类应该怎样看待核能，怎样有效控制和利用核能，从而形成正确的物质观念，形成应有的科学态度和社会责任感。在教学中核心任务还需要进一步分解，以利于逐步落实，具体的任务分解、相关的教学内容及课时安排详见下表。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 核心任务（问题）及其分解 | 教学内容 | 课时安排 |
| 跟随科学家探索原子结构 | 研究来自原子内部的射线 | 阴极射线 | 1 |
| 探究原子的结构 | 原子的核式结构模型 | 1.5 |
| 探寻氢原子发光的秘密 | 氢原子光谱、氢原子的能级结构、玻尔的原子模型 | 1 |
| 研究来自原子核的射线 | 放射性、原子核的衰变、半衰期，射线的危害与防护 | 1 |
| 探究原子核的结构 | 质子、中子、放射性同位素 | 1 |
| 领略原子核的“力量” | 核力、原子核的结合能、核裂变，核聚变 | 1 |
| 了解粒子物理学 | 人类对微观粒子的探索历程 | 1 |

### 2．重点活动设计

#### （1）单元活动

**活动名称** 跟随科学家探索原子结构

**活动资源** 阴极射线管等实验器材，相关的文字、图片和视频资料。

**活动系列**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 对应课时 | 活动过程 | 活动说明 |
| 第一课时 | **观察讨论**。观察阴极射线，讨论相关问题。**实验探究**。通过实验探测阴极射线的性质。**讨论交流**。引导学生讨论如何探测阴极射线粒子的比荷。 | 在观察实验现象的基础上，引导学生作出猜想，并设计实验进行科学论证经历科学家探索阴极射线的过程体会研究微观粒子性质的方法。 |
| 第二课时 | **猜想推理**。根据猜想，描绘 α 粒子通过“枣糕模型”原子的大致运动轨迹。**实验再现**。用图片或模拟实验的方式重现 α 粒子散射实验。**解释交流**。解释 α 粒子散射实验现象，通过逻辑推理建立原子的核式结核模型。 | 带领学生从“枣糕模型”的科学假说出发，经历 α 粒子散射实验的检验，分析实验结果，体会基于实验事实，通过逻辑推理，建构原子的核式结构模型的科学思维方法。 |
| 第三课时 | **讨论交流**。讨论用经典理论解释核式结构模型时会遇到哪些问题。**分析推理**。根据氢原子光谱推测其核外电子的运动。**思考讨论**。引导学生思考玻尔理论的意义和局限。 | 体会光谱分析对人们研究原子结构的重要作用。通过对玻尔理论的学习，体会量子化突破的重大意义。 |
| 第四课时 | **讨论交流**。什么是天然放射现象？三种射线是怎么产生的？如何研究射线的性质？射线有什么利用价值？它们对生物会产生什么危害？应该怎样进行防护？ | 引导学生建立正确的物质观念，科学地看待放射现象，形成谨慎利用、充分防护的科学态度。 |
| 第五课时 | **讨论交流**。如何探测原子核内部？**实验再现**。用图片或模拟实验的方式重现卢瑟福发现质子的实验。**推理猜想**。根据原子核的电荷数和质量数特点，进一步推测原子核的内部结构。**实验再现**。用图片或模拟实验的方式重现查德威克发现中子的实验 | 经历科学家探索原子核结构的历程，让学生体会利用一定能量的粒子轰击原子核，使其结构转变，是研究微观粒子结构的重要方法。 |

**设计意图** 本活动系列引导学生跟随科学家探索原子微观结构的足迹，从科学家的视角，运用科学的思维和科学的实验对未知事物作出猜想、推理、论证，从可靠的实验事实中获得证据，解释现象，悟出规律。本单元的学习内容属于微观领域，无法用眼睛直接观察，比较抽象，教学中应尽可能多地提供一些图片、动画或视频资料，帮助学生理解，引导学生经历科学家的研究历程，学习科学家的思考方法，初步了解微观粒子的研究方法，培养科学思维能力和科学研究能力，促进学生形成科学的物质观念和实事求是的科学态度。

#### （2）课时活动

##### 活动 1 研究阴极射线的本质

**活动资源** 阴极射线管、直流高压电源、条形磁铁、静电偏转管等。

**活动过程**

观察讨论 观察阴极射线管中的亮迹，讨论下列问题。

① 为什么加上高压后阴极射线管中白色底板上的荧光物质会发光？

② 阴极射线是波还是带电粒子流？

实验探究

① 利用条形磁铁使阴极射线管中阴极射线偏转，或利用静电偏转管观察阴极射线在电场、磁场中的偏转运动，推测阴极射线是波还是带电粒子流。也可以利用图所示的装置，观察阴极射线推动小轮叶片转动的现象。



② 根据阴极射线在电场、磁场中的偏转现象，推断阴极射线带正电还是负电。

讨论交流 引导学生讨论汤姆孙测定阴极射线粒子比荷的方法。

① 汤姆孙测定阴极射线粒子比荷的实验原理是什么？实验中测量了哪些相关物理量？

② 汤姆孙设计了怎样的实验装置来测定阴极射线粒子的比荷？

③ 汤姆孙得出阴极射线粒子比荷的关系式是怎样的？

**活动说明** 学生对阴极射线的观察和探究过程依赖于阴极射线管或静电偏转管，教师应详细介绍实验装置的构造和工作原理，使学生真正理解阴极射线的来源及其运动、偏转等现象产生的原因，体会科学家研究微观粒子性质的方法。若教学中缺少静电偏转管，无法做相关演示实验，教师可结合课本上的图片等资料开展教学。活动中教师要引导学生综合带电粒子在电场和磁场中的受力、运动、平衡等方面的知识进行分析讨论。

**设计意图** 本课时活动对应于人类研究微观物质结构的起点，对物质结构的研究具有划时代的意义。在观察实验现象的基础上，教师引导学生了解科学家发现电子的研究历程，这样既能让学生感受科学家的研究思维，又能学习到科学的研究方法。此活动带领学生正式进入肉眼不可见的微观物质世界。

##### 活动 2 探究原子的内部结构

**活动资源** 原子的“枣糕模型”、原子的核式结构的相关图片，模拟 α 粒子散射实验的实验资源或视频资料。

**活动过程**

猜想推理 汤姆孙在发现原子中存在带负电的电子后，提出了原子的“枣糕模型”。卢瑟福设想用高速 α 粒子去轰击“枣糕模型”原子，请学生在图中画出 α 粒子穿过原子的大致运动轨迹，并说明理由。

实验再现 如图所示运用相关实验资源或视频资料重现 α 粒子散射实验及其现象。

α 粒子

解释交流 根据已有知识解释 α 粒子散射实验现象，通过逻辑推理建立原子的核式结构模型。

**活动说明** 请学生画出 α 粒子轰击“枣糕模型”原子的过程中的大致运动轨迹，可以激发学生从运动与相互作用的角度进行思考，想到 α 粒子与原子中正电荷、电子之间的相互作用情况，为后续解释 α 粒子散射实验现象奠定基础。α 粒子散射实验是一个很重要的实验，体现了研究微观世界的一种科学方法，虽然无法在课堂上完整演示实验过程，但是相关的图片、视频资料或模拟实验资源是必需的，否则仅用单纯的语言描述，学生很难对模型假说和实验现象形成清晰的认识，通过模型、装置结构图等，学生容易形成直观的认。

**设计意图** 本课时活动呈现的是继电子的发现之后人类对原子结构的进一步探索，从科学假说的创立，到新的实验手段的发明，α 粒子散射实验揭示了“枣糕模型”的问题，为新模型的建立奠定了坚实的事实基础。此活动能让学生体会科学假说的重要价值，经历基于实验的逻辑推理的过程，培养学生的科学思维能力。

##### 活动 3 了解核技术应用对人类生活和社会发展的影响

**活动资源** 核能及核技术应用方面的相关视频、图片或文字资料。

**活动过程**

收集证据 请学生结合下列任务收集相关资料。

① 列举一些我国在核技术应用方面的成功案例。

② 有人说，核技术应用对人类生活和社会发展产生的影响是利大于弊。你赞同吗？请阐述你的观点并列举证据加以说明。

交流展示 请学生根据收集的资料，按以下两个方面展示，并交流讨论。

① 我国在核技术应用方面的成功案例以及发展核技术的前景。

② 自发现放射性现象以来，全球在核技术应用领域取得的重大成果以及出现的危害人类和环境的问题。

**活动说明** 本课时活动需要学生在课外通过上网查阅资料或咨询的方式获得相关信息和证据，发现人类成功利用核技术的案例以及利用不当产生的危害，因核能的利用与学生的日常生活几乎没有交集，所以教师应提前布置相关任务，给予学生充裕的时间进行相关资料的查找与收集。在讨论交流过程中教师应促进学生之间的交流互动，引导学生重点关注我国在核技术应用方面的成功案例，了解我国在安全利用核能方面的坚决态度。

**评价要点**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 评价内容 | 评价标准 | 表现水平 |
| 优秀 | 良好 | 一般 |
| 收集资料 | 资料来源可靠，内容详实 |  |  |  |
| 表达观点 | 能客观看待核技术的利与弊 |  |  |  |
| 解释说明 | 能联系所学物理知识解释部分资料内容 |  |  |  |
| 交流互动 | 能对其他同学的回答提出质疑，并说明理由；或对其他同学的回答进行补充 |  |  |  |
| 操作说明 | 学生对照评价标准，根据符合程度，评价自己的表现水平，“优秀”表示完全符合，“良好”表示基本符合，“一般”表示不太符合。 |

**设计意图** 本课时活动通过一系列的讨论、交流、展示环节，培养学生基于证据表达观点的意识和能力，培养学生的爱国情怀，形成可持续发展的能量观念和应有的科学态度，增强服务人类、保护地球的责任感和意识，落实物理学科立德树人的教育功能。

### 3．评价示例

本单元评价包括三个部分：一是日常课堂活动评价，可以选择本单元的重点活动进行评价，例如在“了解核技术应用对人类生活和社会发展的影响”活动中对学生课前收集证据的情况、课堂上表达观点的情况、与同学进行互动交流的情况进行评价。二是日常作业评价，在学完本单元后，学生或教师根据作业的正确率、订正率等情况，完成本单元的日常作业评价。三是单元检测，教师根据学生在规定的时间内完成本单元检测的情况给出测试的成绩。“重点活动设计”已给出课堂活动评价的示例，以下给出部分课堂例题、课后作业及单元检测的示例，供教师参考使用。

**示例 1** 如图所示为汤姆孙的静电偏转管，A、K与直流高压电源相连，金属板 D1、D2 之间未加电场时，阴极射线打在荧光屏上 P1 的位置。

（1）在金属板 D1、D2 之间加上图中所示的电场时，发现阴极射线向下偏转打在荧光屏上 P2 的位置，这说明它带什么性质的电荷？若增大 A、K 之间直流高压电源的电压，阴极射线的偏转角度将会如何变化？

A

K

B

D1

D2

P1

P2

P3

+

+

（2）某同学认为：加在金属板 D1、D2 之间的电场越强，在荧光屏上观察到的阴极射线偏转现象就越明显。你是否同意他的观点？

（3）垂直纸面单独加哪个方向的匀强磁场，可以让阴极射线向上偏转？

**分析** 根据阴极射线的偏转方向可以得到粒子在电场中受到的电场力方向，据此判断得出阴极射线粒子的电性；带电粒子垂直射入匀强电场后做类平抛运动，运用分析平抛运动的方法可得出阴极射线的偏转角度与入射速度、电场力大小之间的关系；根据阴极射线的偏转方向可以得到粒子在磁场中所受到的洛伦兹力方向，运用左手定则即可判断得出匀强磁场的方向。

**解答**

（1）阴极射线向下偏转，与金属板间电场的方向相反，说明阴极射线带负电。增大 A、K 之间直流高压电源的电压，阴极射线的偏转角度会减小。

（2）不同意。电场过强会导致阴极射线偏转角度太大，无法落在荧光屏上，只有在合适的范围内适当增大电场强度，才能在荧光屏上观察到较明显的阴极射线偏转现象。

（3）由左手定则可得，在金属板 D1、D2 之间单独加垂直纸面向外的磁场，可以让阴极射线向上偏转。

**属性表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 内容 | 涉及的主要素养 | 质量水平分析 |
| 阴极射线 | 物理观念中“运动与相互作用观念” | 能运用牛顿第二定律、力与运动的关系解决问题。对应水平三。 |
| 科学思维中“模型建构”“科学推理” | 能在熟悉的问题情境中选用恰当的模型解决问题，能对常见的物理问题进行分析，通过推理，获得结论并作出解释。对应水平三。 |

**说明** 本示例建议在学习“阴极射线”后作为课堂例题使用。本示例是一个与课堂教学紧密相关的问题情境，是对课堂教学内容的深化与拓展，不仅使学生对静电偏转管的构造和功能有更加清晰的认识，而且综合了力与运动的关系、电场力、洛伦兹力等方面的内容，有助于培养学生综合分析解决问题的能力，培养学生关注条件、客观看待问题的严谨态度。

**示例 2** 如图 10 – 5 所示为 1909 年英国物理学家卢瑟福指导他的学生盖革和马斯顿进行 α 粒子散射实验的实验装置，阅读教科书相关内容，回答以下问题：

α粒子源

α粒子束

α

α

α

α

α

*v*

荧光屏

金箔

真空

（1）什么是 α 粒子？

（2）少数 α 粒子发生大角度散射的原因是什么？

（3）实验中用的是金箔等重金属箔，而没有用轻金属箔，如铝箔。除了金的延展性好，可以把金箔做得非常薄这个原因以外，还有其他什么原因吗？

**分析** 由于原子核很小，大部分 α 粒子离原子核较远，受到的库仑斥力很弱，几乎不改变运动方向，只有少数 α 粒子可以十分接近金原子核，受到很强的库仑斥力作用而发生大角度偏转；实验中使用金箔等重金属箔的原因，还可以从重金属原子核的质量和体积的角度分析。

**解答**

（1）α 粒子是从放射性物质中发射出来的快速运动的氦原子核。

（2）少数带正电的 α 粒子可以十分接近原子中带正电的原子核，受到很强的库仑斥力，从而发生大角度散射。

（3）原因之一是金原子核质量大，被 α 粒子轰击后不易移动；原因之二是金原子核半径大，α 粒子接近的可能性大，相应地发生大角度散射的可能性大，便于观察。

**属性表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 内容 | 涉及的主要素养 | 质量水平分析 |
| 原子的核式结构 | 物理观念中“运动与相互作用观念” | 能运用库仑定律解释简单的微观粒子相互作用问题。对应水平二。 |
| 科学思维中“科学推理” | 能对常见的物理问题进行分析和推理，获得结论并作出解释，对应水平三。 |

**说明** 本示例建议在学习“原子的核式结构”后作为课堂例题使用。本示例可作为课堂教学的问题情境，与课堂教学紧密结合，使学生对 α 粒子散射实验的设计思想有更加清晰的认识，培养学生获取信息、进行科学推理的能力。

**示例 3** 根据玻尔原子模型，已知氢原子的基态电子轨道半径为 *r*1 = 0.28×10−10 m，量子数为 *n* 的能级值为 *E*n = 。（静电力常量 *k* = 9.0×109 N·m2/C，电子电荷量 *e* = 1.6×10−19 C）

（1）求电子在基态轨道上运动的动能。

（2）有一群氢原子处于量子数 *n* = 3 的激发态，请画一张能级图，在图上用箭头标明这些氢原子可能发生的所有能级跃迁。这些氢原子所发出的光子的最大能量是多少？

**分析** 核外电子绕核做匀速圆周运动，库仑引力提供向心力，运用牛顿第二定律和向心力公式即可求得电子在基态轨道上运动的动能；根据玻尔原子模型，氢原子所发出的光子的最大能量对应的是能级差最大的跃迁。

**解答**

（1）根据电子受到的氢原子核的库仑引力提供向心力，则有：*k* = *m* ；

代入电子在基态轨道的动能表达式 *E*k = *mv*2 可得：

*n*

*E*/eV

0

− 1.51

− 3.40

− 13.60

1

2

3

∞

（2）这些氢原子可能发生的所有能级跃迁分别为 3→2，2→1，3→1，能级图如图所示。

根据已知关系式，代入量子数 *n* = 3、*n* = 2 和 *n* = 1 可得：*E*1 = − 13.60 eV，*E*2 = − 3.40 eV，*E*3 = − 1.51 eV。

所以，光子的最大能量 *E*max = *E*3 – *E*1 = − 1.51 − （− 13.60）eV = 12.09 eV。

**属性表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 内容 | 涉及的主要素养 | 质量水平分析 |
| 氢原子的能级结构 | 物理观念中“运动与相互作用观念”“能量观念” | 能运用库仑定律和向心力公式解释微观粒子运动问题。对应水平二。 |
| 科学思维中“模型建构”“科学推理” | 能在熟悉的问题情境中选用恰当的模型；能对简单的物理现象进行分析和推理，获得结论。对应水平二。 |

**说明** 本示例建议在学习“氢原子的能级结构”后作为课后作业使用，完成时间约 3 分钟。本示例是对氢原子能级理论的巩固和理解，既涉及电子绕核运动的轨道能量状态分析，又有对能级跃迁的理解运用。

**示例 4** 在一个 23892U 原子核衰变为一个 20682Pb 原子核的过程中，发生 β 衰变的次数为（ ）

A．6 次 B．10 次 C．22 次 D．32 次

**分析** 每一次 β 衰变释放出一个电子，会使原子核的质量数不变、核电荷数增加 1。从 23892U 衰变为 20682Pb，原子核的质量数减少了 32，正电荷数减少了 10，可见同时还发生了 α 衰变。每一次 α 衰变会使原子核的质量数减少 4、核电荷数减少 2。从质量数减少 32 可确定经历了 8 次 α 衰变，8 次 α 衰变会使核电荷数减少 16，而最终的核电荷数只减少了 10，由此可以推断出发生了 6 次 β 衰变。

**解答** A

**属性表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 内容 | 涉及的主要素养 | 质量水平分析 |
| 原子核的衰变 | 科学思维中“科学推理” | 能根据质量数守恒和电荷守恒对核反应过程进行分析和推理，获得结论。对应水平三。 |

**说明** 本示例建议在学习“原子核的衰变”后作为课堂例题使用。

**示例 5** （1）请在下列方程中的横线上填写对应的微粒符号。

A．23592U → 23490Th + \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

B．23592U + \_\_\_\_\_\_\_→ 14456Ba + 8936Kr + 310n

C．21H + 31H → 10n + \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

D．147N + 10n → 11H + \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

（2）以上四个方程中属于核裂变的是（ ）。

**分析** （1）原子核在发生变化的过程中总是遵循质量数守恒和电荷守恒，据此可推算出 A、C 方程中应填写 α 粒子，B 方程中应填写中子，D 方程中应填写碳原子核。（2）A 方程属于原子核的衰变，表示由原子核自发地放射出 α 粒子的过程；B 方程属于核裂变，表示一个重核被其他粒子轰击后分裂成两个或多个中等质量的核的过程；C 方程属于核聚变，表示两个轻核结合成一个质量较大的原子核的过程；D 方程属于普通的核反应，表示原子核在其他粒子轰击下产生新原子核的过程。

**解答** （1）42He，10n，42He，126C （2）B

**属性表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 内容 | 涉及的主要素养 | 质量水平分析 |
| 原子核的衰变、核裂变和核聚变 | 物理观念中“物质观念” | 了解原子核的衰变、核聚变、核裂变的概念和规律。对应水平二。 |
| 科学思维中“科学推理” | 能根据质量数守恒和电荷守恒对核反应过程进行分析和推理，获得结论。对应水平二。 |

**说明** 本示例建议在学习“原子核的衰变”和“核裂变和核聚变”后作为单元检测使用完成时间约 1 分钟。

**示例 6** 两个氘核结合成一个氦核，已知氘核的质量为 2.014 1 u，氦核的质量为 4.002 6 u。求 1 kg 氘完全结合成氦时释放出的能量。（阿伏加德罗常数 *N*A = 6.0×1023 mol−1，*M*氘 = 2 g·mol−1，1 u 可产生相当于 931.5 MeV 的能量）

**分析** 一个氦核是由两个氘核通过核力结合在一起的，要将它们分开需要吸收能量，这个能量就是氦核的结合能 *E*0。先计算两个氘核与一个氦核的质量差，再根据爱因斯坦质能方程推算得出 *E*0。另外还需求出 1 kg 氘所含的氘核数目 *N*氘。

**解答** *E*0 = Δ*mc*2 =（2.014 1×2 – 4.002 6）×931.5 MeV = 23.8464 MeV

*N*氘 = ·*N*A = ×6.0×1023 个 = 3.0×1026 个

*E* = = MeV = 3.576 96×1027 MeV

**属性表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 内容 | 涉及的主要素养 | 质量水平分析 |
| 结合能 | 物理观念中“物质观念” | 了解原子核的结合能的概念和规律，对应水平二。 |
| 科学思维中“科学推理” | 能运用爱因斯坦质能方程对核反应过程中释放的核能进行分析和推理，获得结论，对应水平三。 |

**说明** 本示例建议在学习“结合能”后作为课堂例题使用。

**示例 7** 请通过问卷、访谈等方式收集资料，调查居民房屋装修材料中是否含有放射性物质以及相关的国家标准，了解周围人对放射性危害的态度，并阐述你的观点，完成一份简单的调查报告。

**附：评价量表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 评价指标 | 具体描述 | 评价结果 |
| 优秀 | 良好 | 一般 |
| 覆盖面 | 所调查的居民房屋装修材料的种类比较丰富；对调查对象的年龄、性别、职业等方面因素考虑比较全面。 |  |  |  |
| 可靠性 | 收集的相关数据来源可靠，标明出处，数据详实 |  |  |  |
| 规范性 | 能用合适的方式呈现调查结果，格式规范条理清晰。 |  |  |  |
| 观点表达 | 清晰表达个人观点，并能合理利用收集到的数据等证据支撑自己的观点。 |  |  |  |
| 操作说明 | 根据符合程度对学生的调查报告进行评价，“优秀”表示完全符合，“良好”表示基本符合，“一般”表示不太符合。 |

**属性表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 内容 | 涉及的主要素养 | 质量水平分析 |
| 放射性及其危害 | 科学探究中“证据” | 能通过一定的途径获得数据，并能对数据进行整理，撰写简单的调查报告。对应水平二。 |

**说明** 本示例建议完成单元核心任务后作为单元长作业使用，完成时间 2 ~ 3 周，因为任务量较大，建议由小组合作完成，并在开展任务前发放评价量表，以便让学生详细了解任务的具体要求，提高任务的达标度。