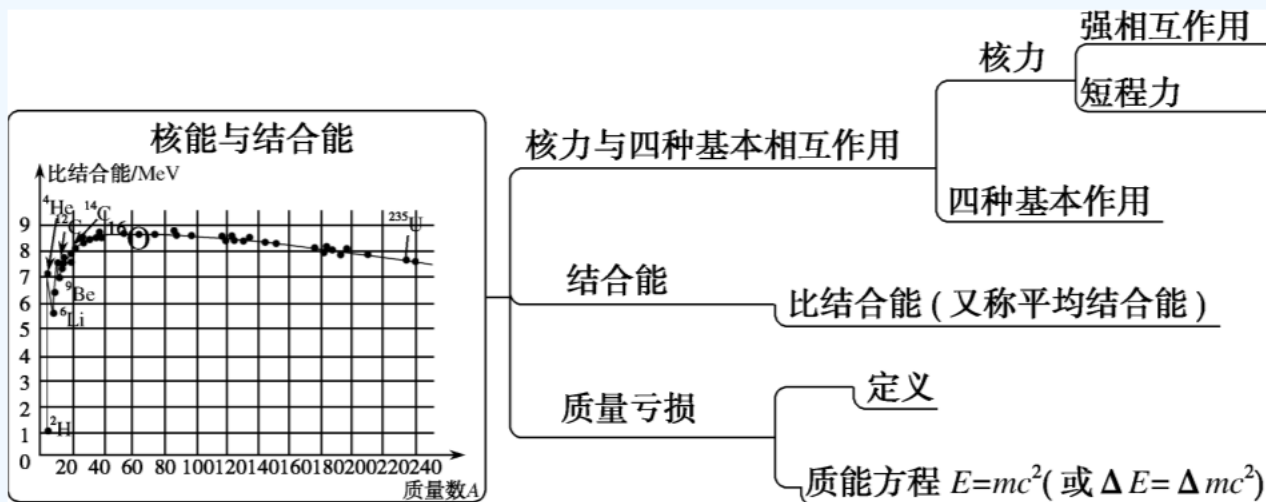


3.核力与结合能

知识结构导图



核心素养目标

物理观念：结合能、比结合能、质量亏损.

科学思维：利用质能方程解决原子核衰变问题.

科学探究：结合能、比结合能与原子核的稳定性的关系.

科学态度与责任：关注核技术应用对人类生活和社会发展的影响.

知识点一、核力与四种基本相互作用

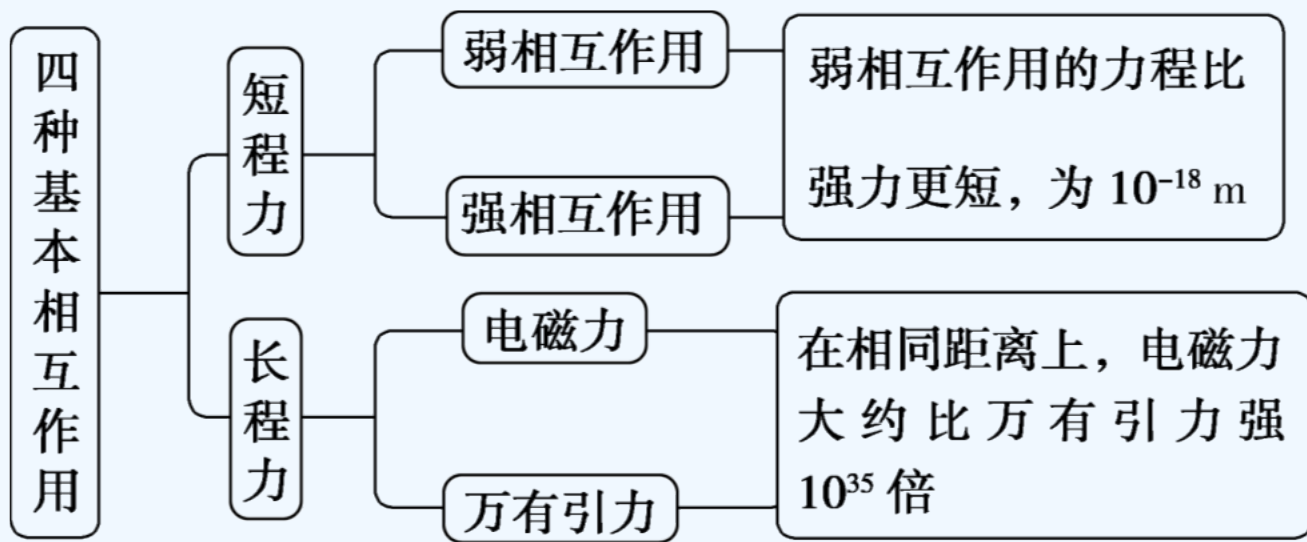
1. 核力: 原子核中的核子之间存在一种很强的 相互作用, 即存在一种核力, 它使得核子紧密地 结合 在一起, 形成 稳定 的原子核.

2. 核力特点:

(1) 核力是核子间的 强相互作用 的一种表现, 在它的作用范围内, 核力比库仑力 大得多.

(2) 核力是 短程力, 作用范围在 10^{-15}m 之内.

3. 四种基本相互作用



知识点二、结合能

1. 结合能：原子核是核子凭借核力结合在一起构成的，要把它们分开也需要能量，这就是原子核的结合能。

2. 比结合能(平均结合能)：原子核的结合能与核子数之比称为比结合能。比结合能越大，原子核中核子结合得越牢固，原子核越稳定，中等大小的核的比结合能最大、最稳定。

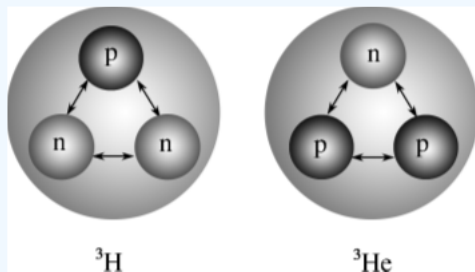
知识点三、质量亏损

1. 爱因斯坦质能方程 $E=mc^2$.

2. 质量亏损：原子核的质量小于组成它的核子的质量之和的现象.

3. 核子在结合成原子核时出现的质量亏损 Δm ，与它们在相互结合过程中放出的能量 ΔE 的关系是 $\Delta E = \Delta mc^2$.

图解



对引力相互作用的理解

①引力相互作用是四个基本作用中最弱的，但同时又是作用范围最大的。

②距离增大时，引力会减小，公式 $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ 。

[注意]

结合能并不是由于核子结合成原子核而具有的能量，而是为把核子分开而需要的能量。结合能一词通常只用在原子核中。

要点一 核力的理解

典例示范

【例 1】 (多选)关于原子内的相互作用力,下列说法正确的是()

- A. 原子核与电子之间的作用力主要是电磁力
- B. 中子和质子间的作用力主要是核力
- C. 质子与质子间的核力,在 $2.0 \times 10^{-15} \text{ m}$ 的距离内远大于它们相互间的库仑力
- D. 原子核与电子之间的万有引力大于它们之间的电磁力

【解析】 A 对：原子核与电子之间的作用力主要是电磁力。

B 对：中子和质子间的作用力主要是核力。

C 错：核力与万有引力、电磁力的性质不同，核力是短程力，作用范围在 10^{-15} m 之内。

D 错：原子核与电子之间的万有引力小于它们之间的电磁力。

【答案】 AB

变式训练 1 氦原子核由两个质子与两个中子组成，这两个质子之间存在着万有引力、库仑力和核力，则 3 种力从大到小的排列顺序是()

- A. 核力、万有引力、库仑力
- B. 万有引力、库仑力、核力
- C. 库仑力、核力、万有引力
- D. 核力、库仑力、万有引力

解析：核力是强相互作用力，氦原子核内的 2 个质子是靠核力结合在一起的，可见核力远大于质子间的库仑力；质子质量非常小，它们之间的万有引力小于库仑力。

答案： D

变式训练 2 (多选)下列对核力的认识正确的是(ACD)

A. 核力是强相互作用的一种表现

B. 核力存在于质子和中子之间、中子和中子之间，质子和质子之间只有库仑斥力

C. 核力是核子间相互作用的力，是短程力

D. 核力只存在于相邻的核子之间

核力的特点

(1)强力：核力是强相互作用(强力)的一种表现。在原子核的尺度内，核力比库仑力大得多。

(2)短程力：核力是短程力，作用范围只有约 $10^{-15} m$ 。核力在距离大于 $0.8 \times 10^{-15} m$ 时表现为吸引力，且随距离增大而减小，超过 $1.5 \times 10^{-15} m$ ，核力急剧下降几乎消失；而在距离小于 $0.8 \times 10^{-15} m$ 时，核力表现为斥力，因此核子不会融合在一起。

(3)饱和性：每个核子只跟邻近的核子发生核力作用，这种性质称为核力的饱和性。

(4)电荷无关性：核力与核子是否带电无关，质子与质子间、质子与中子间、中子与中子间都可以有核力作用。

要点二 结合能与原子核的稳定性

结合能、比结合能的对比理解：

(1)核子结合成原子核时一定释放能量，原子核分解成核子时一定吸收能量。吸收或释放的能量越大，表明原子核的结合能越大。

(2)比结合能为结合能与核子数的比值，比结合能越大表明原子核越稳定。一般情况下，中等质量的原子核比轻核和重核的比结合能大。

【例 2】 对结合能、比结合能的认识，下列说法正确的是
()

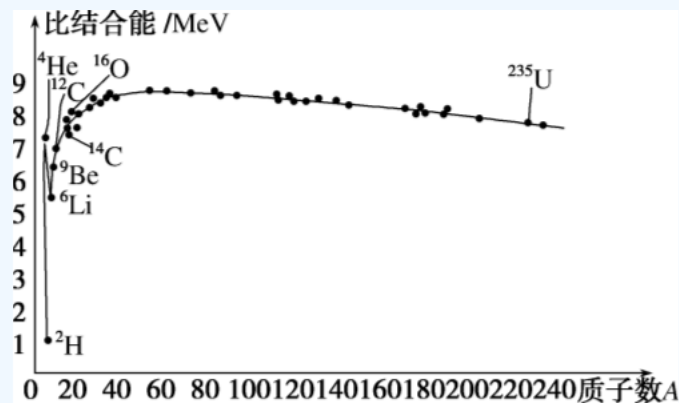
- A. 将原子核拆解成自由核子时释放能量
- B. 自由核子结合为原子核时吸收能量
- C. 结合能越大的原子核越稳定
- D. 比结合能越大的原子核越稳定

【解析】 A、B 错：自由核子结合成原子核的过程中，释放出能量；反之，将原子核分开变为自由核子时，需要吸收相应的能量，该能量即为结合能。

C 错，D 对：核子较多的原子核的结合能较大，但它的比结合能不一定大，比结合能的大小反映了原子核的稳定性。

【答案】 D

【例 3】 如图为原子核的比结合能曲线. 根据该曲线, 下列说法正确的是()

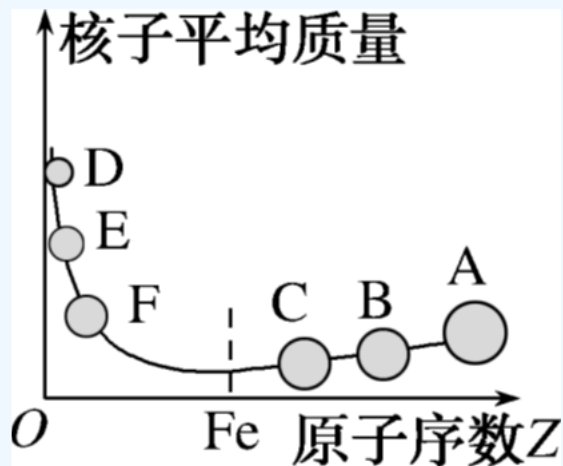


- A. ${}^6_3\text{Li}$ 核比 ${}^4_2\text{He}$ 核更稳定
- B. ${}^4_2\text{He}$ 核的结合能约为 7 MeV
- C. 两个 ${}^2_1\text{H}$ 核结合成 ${}^4_2\text{He}$ 核时释放能量
- D. 质量数越大的原子核越稳定

【解析】 ${}^4_2\text{He}$ 核的比结合能大于 ${}^6_3\text{Li}$ 核的比结合能, 因此 ${}^4_2\text{He}$ 核更稳定, 故 A 错误; ${}^4_2\text{He}$ 核的比结合能约为 7 MeV, 其结合能为 $4 \times 7 \text{ MeV} = 28 \text{ MeV}$, 故 B 错误; ${}^4_2\text{He}$ 核的比结合能约为 7 MeV, ${}^2_1\text{H}$ 核的比结合能约为 1 MeV, 说明 ${}^4_2\text{He}$ 比 ${}^2_1\text{H}$ 要稳定, 则两个 ${}^2_1\text{H}$ 核结合成 ${}^4_2\text{He}$ 核时释放能量, 故 C 正确; 中等质量数的原子核比较稳定, 故 D 错误.

【答案】 C

变式训练 3 (多选)不同的原子核,其核子的平均质量(原子核的质量除以核子数)与原子序数有如图所示的关系.下列说法正确的是()



A. 原子核 A 的比结合能比原子核 B 和 C 的比结合能要大

B. 原子核 D 和 E 聚变成原子核 F 时有质量亏损,要放出能量

C. 原子核 A 裂变成原子核 B 和 C 时有质量亏损,要放出能量

D. 原子核 A 裂变成原子核 B 和 C 时亏损的质量转化成能量

解析：A 错：原子核的核子平均质量越小则越不容易分裂，则比结合能越大，因此原子核 A 的比结合能比原子核 B 和 C 的比结合能要小。

B 对：由图像可知，D 和 E 的核子平均质量大于 F 的核子平均质量，原子核 D 和 E 聚变成原子核 F 时，核子总质量减小，有质量亏损，要释放出核能。

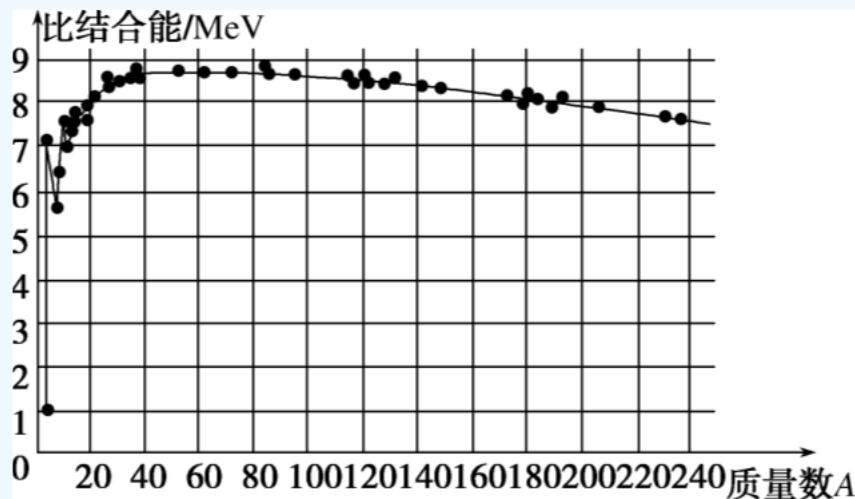
C 对，D 错：由图像可知，A 的核子平均质量大于 B 与 C 的核子平均质量，原子核 A 裂变成原子核 B 和 C 时会有质量亏损，要放出核能，但不是质量转化为能量。

答案：BC

◆对比结合能的理解

(1)比结合能曲线

不同原子核的比结合能随质量数变化的曲线如图所示.



从图中可以看出：中等质量的原子核的比结合能较大，轻核和重核的比结合能都比中等质量的原子核要小。

(2)比结合能与原子核的稳定性

①比结合能的大小反映原子核的稳定程度，比结合能越大，原子核就越难拆开，表示该原子核就越稳定。

②核子数较少的轻核与核子数较多的重核，比结合能都比较小，中等核子数的原子核，比结合能较大，表示中等核子数的原子核较稳定。

③当比结合能较小的原子核反应生成比结合能较大的原子核时，释放核能。

要点三 质量亏损与质能方程

典例示范

题型 1 对质能方程的理解与应用

【例 4】 (多选)为纪念爱因斯坦对物理学的巨大贡献，联合国将 2005 年定为“国际物理年”。对于爱因斯坦提出的质能方程 $E=mc^2$ ，下列说法中正确的是()

- A. $E=mc^2$ 表明物体具有的能量与其质量成正比
- B. 根据 $\Delta E=\Delta mc^2$ 可以计算核反应中释放的核能
- C. 一个中子和一个质子结合成氘核时，释放出核能，表明此过程中出现了质量亏损
- D. $E=mc^2$ 中的 E 是发生核反应时释放的核能

【解析】 $E=mc^2$ 中的 E 表示物体具有的总能量， m 表示物体的质量，A 正确； $\Delta E=\Delta mc^2$ 表示的意义是当物体的质量增加或减少 Δm 时，它的能量也会相应地增加或减少 ΔE ，B 正确；只有出现质量亏损时，才能释放核能，C 正确；公式 $E=mc^2$ 中， E 表示质量为 m 的物体所对应的总能量，而非发生核反应时释放的能量，D 错误。

【答案】 ABC

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/446153005011011001>