**学期**

**活动**

**研究“啤酒泡”的“半衰期”。**

我们已经在本章第一节中学习了放射性元素的半衰期，但鉴于放射性的危害，关于放射性元素半衰期的实验研究很难在中学物理实验室中开展。有趣的是，我们可以用一个生活中常见又安全的过程——大量“啤酒泡”的不断爆裂与减少来模拟放射性元素的衰变，通过对“啤酒泡”数量随时间变化的统计规律的研究，获得对半衰期的直观感受。请自行设计实验，记录静置于杯中的啤酒液面上方“啤酒泡”数量随时间变化的有关数据，完成研究报告。

活动要求：

（1）描述放射性元素的半衰期。

（2）制定研究方案。

（3）进行实验，处理数据。

（4）归纳总结，得出结论。

（5）撰写研究报告。

（6）交流研究方案和结论，互相评价。

强相互作用

基本相互作用

弱相互作用

电磁相互作用

引力相互作用

核能

裂变

聚变

衰变

核反应

原子核的变化

原子核的组成

质子

中子

建模

推理

推理

原子核

小

结

基本概念和基本规律

**天然放射现象**：物质自发放出射线的现象。

**原子核的衰变**：放射性元素的原子核放出某种粒子而转变成新核的过程。衰变过程满足质量数守恒和电荷数守恒。

**半衰期**：放射性元素的原子核的数目由于衰变减少至原来一半所经过的时间。

**核反应**：利用一定能量的粒子轰击原子核，实现原子核结构转变的过程。核反应的过程遵循质量数和电荷数守恒。

**核子**：质子和中子的统称。

**同位素**：具有相同质子数、不同中子数的原子核。

**核力**：使核子彼此吸引并紧密地结合在一起的力。

**结合能**：原子核各个核子彼此分离时的总能量与该原子核能量之差。

**核裂变**：重核受到中子轰击后分裂成中等质量的原子核，同时放出能量的核反应。

**核聚变**：某些轻核结合成质量较大的原子核，并放出能量的核反应。

**自然界四种相互作用**：强相互作用、弱相互作用、电磁相互作用和引力相互作用。

基本方法

通过天然放射现象、质子和中子发现过程的学习，感受利用证据进行科学推理的方法。

通过对原子核的衰变、裂变、聚变的分析，体会守恒思想。

通过对自然界四种基本相互作用的学习，感悟物理学规律普适性和统一性的思想。

知识结构图

**复习 巩固**

**与**

1. 简述当人们发现质子后为什么认定原子核中一定还有不带电的未知粒子。
2. 衰变、核裂变、核聚变和人工核转变是 4 种不同类型的原子核变化。请判断下列方程的原子核变化类型。

（1）23592U + 10n → 14054Xe + 9438Sr + 2 10n

（2）2411Na → 2412Mg + 0−1e

（3）21H + 31H → 42He + 10n

（4）199F + 42He → 2210Ne + 11H

1. 有人认为 α 粒子散射实验中使 α 粒子发生偏转的力是核力。简要评价这一观点。
2. 以表格形式列举阴极射线和 β 射线的异同。
3. eV/*c*2 是高能物理中的常用单位，这个单位对应什么物理量？简述理由并将 1 MeV/*c*2 换算成基本单位。
4. 简述我国科学家如何利用放射性同位素证明人工牛胰岛素与天然牛胰岛素是同一种物质。
5. 某放射性元素经过 6 天后只剩下八分之一没有衰变，它的半衰期是多少天？为估算某水库的库容，可取一瓶含该放射性元素的无毒水溶液，测得瓶内溶液 1 min 衰变 8×107 次。现将这瓶溶液倒入水库，8 天后在水库中取水样 1.0 m3（可认为溶液已均匀分布），测得水样 1 min 衰变 20 次，估算水库的容积。
6. 自然界里有一些放射性重元素会发生一系列连续的衰变，形成放射性元素系。根据图 15 – 34，判断锕系元素由 U 衰变为 Pb 的过程有几次 α 衰变、几次 β 衰变？

图 15 – 34

80

82

84

86

88

90

92

94

124

126

128

130

132

134

136

138

140

142

144

*N*

*Z*

U

Th

Pa

Th

Ra

Rn

Po

Pb

Bi

Tl

Pb

Ac

锕系

1. 简略比较核能与常规能源。
2. 正负电子湮灭会产生一对 γ 光子，历史上物理学家将 0.51 MeV 的 γ 辐射作为发现正电子的证据。简述理由。（电子质量为9.11×10−31 kg、电子电荷量大小为 1.60×10−19 C）

录

附

索引

阿伏加德罗常数 / 4

半衰期 / 98

表面张力 / 30

玻尔理论 / 72

波粒二象性 / 86

玻意耳定律 / 21

不浸润 / 31

布朗运动 / 6

查理定律 / 25

等容线 / 25

等温线 / 21

等压线 / 25

电子 / 65

电子云 / 92

放射性 / 96

放射性元素 / 96

非晶体 / 34

分子动理论 / 9

分子平均动能 / 48

分子势能 / 48

盖 · 吕萨克定律 / 25

各向同性 / 35

各向异性 / 35

光电效应 / 80

光电子 / 80

光谱 / 70

光子 / 82

核反应 / 99

核聚变 / 108

核力 / 104

核裂变 / 106

基本相互作用 / 115

结合能 / 105

浸润 / 31

晶体 / 34

绝对零度 / 25

绝热过程 / 51

扩散 / 6

理想气体 / 27

链式反应 / 106

毛细现象 / 32

内能 / 48

能级 / 73

能量守恒定律 / 53

平均结合能 / 105

热力学第二定律 / 55

热力学第二定律的开尔文表述 / 56

热力学第二定律的克劳修斯表述 / 55

热力学第一定律 / 52

热运动 / 7

弱相互作用 / 111

衰变 / 97

天然放射现象 / 96

同位素 / 102

物质波 / 88

原子的核式结构模型 / 68

枣糕模型 / 66

### 学期活动解读

用粗细均匀的量筒或杯子盛放适量啤酒，使酒液上方留有足量的泡沫。此时可以认为“啤酒泡”的数量大致与泡沫的厚度成正比。利用量筒上的刻度或刻度尺以及计时工具测量泡沫的厚度随时间变化的有关数据，绘制泡沫厚度随时间递减的图线，从中找到泡沫厚度减半的时间所满足的规律。

### 复习与巩固解读

1．参考解答：发现质子后，人们已知其质量数和电荷数都是 1，而原子核的质量都是质子质量的整数倍，但多数原子核的电荷数小于质量数。由此，人们认定原子核中一定还有不带电但质量和质子相近的未知粒子。

命题意图：理解中子存在的证据。

主要素养与水平：证据（Ⅰ）；科学推理（Ⅰ）。

2．参考解答：（1）裂变 （2）衰变 （3）聚变 （4）人工核转变

命题意图：知道核反应的种类。

主要素养与水平：模型建构（Ⅰ）。

3．参考解答：不正确。核力是短程强相互作用力，作用范围仅限于原子核内，散射实验中 α 粒子并未进入此范围。同时可以设想，如果 α 粒子进入此范围受到核力作用，原子核将会发生变化。

命题意图：理解核力的性质。

主要素养与水平：模型建构（Ⅰ）；运动与相互作用观念（Ⅰ）。

4．参考解答：见下表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 射线种类 | 相同点 | 不同点 |
| 阴极射线 | 组成微粒都是电子 | 产生机制：阴极射线管中从阴极发射  能量状态：视加速电压而定 |
| β 射线 | 产生机制：核反应  能量状态：高能高速 |

命题意图：理解阴极射线与 β 射线的本质和性质。

主要素养与水平：物质观念（Ⅰ）。

5．参考解答：对应质量。eV 是能量单位，*c* 是光在真空中的传播速度，根据质能方程 *E* = *mc*2 可知对应质量。

1 MeV/c2 = 1.6×10−19×106÷（3×108）2 kg ≈ l.8×10−30 kg

命题意图：理解质能方程。

主要素养与水平：科学推理（Ⅰ）。

6．参考解答：在合成过程中将放射性碳 14 作为示踪原子掺入人工合成的牛胰岛素，再将其与天然牛胰岛素混合、多次结晶，得到了碳 14 均匀分布的牛胰岛素结晶，从而在一定程度上为证明合成的人工牛胰岛素和天然牛胰岛素是同种物质提供了证据。

命题意图：知道放射性同位素的常见应用。

主要素养与水平：科学推理（Ⅰ）。

7．参考解答：放射性元素经过 6 天剩下 ，则其半衰期为 2 天。由此可知，经过 8 天将剩余 ，1 min 内衰变总次数降为 5×106 次，为 20 次的 2.5×105 倍，故水库容积为水样体积 1 m3 的 2.5×105 倍，即 2.5×105 m3。

命题意图：运用衰变规律解决问题。

主要素养与水平：科学推理（Ⅱ）。

8．参考解答：质量数从 235 减小到 207、电荷数从 92 减小到 82，由衰变规律可知经过了 7 次 α 衰变、4 次 β 衰变。

命题意图：运用衰变规律解决问题。

主要素养与水平：科学推理（Ⅰ）。

9．参考解答：与常规能源相比，核能提供的能量巨大、污染小，同时核燃料储量丰富、运输和储存方便。不过核能利用的技术要求高，尤其需要注意安全性，同时还要重视对核废料的科学、安全处置。

命题意图：对比常规能源知道核能的特点。

主要素养与水平：能量观念（Ⅰ）。

10．参考解答：正电子质量与电子质量相等，一对正负电子对质量为 1.822×10−30 kg，根据质能方程 *E* = *mc*2，可知其湮灭产生的光子能量 *E* = 1.64×10−13 J，又 1 MeV = 1.6×10−13 J，可知一对 0.51 MeV 的光子能量正好对应一对正负电子对，故可作为发现正电子的证据。

命题意图：运用质能方程。

主要素养与水平：证据（Ⅰ）；科学推理（Ⅰ）。