

18春 人类生存发展与核科学 必考速查整理

By GSM16 WY

(作业+小测+“如果考试问你”系列)

➤ 作业 (注意计算题必考)

1. (4分) 将下列核素的表示符号填入()中
 氦-3 (^3He), 氧-18 (^{18}O), 钾-40 (^{40}K), 铀-238 (^{238}U)

2. (4分) 完成下列核衰变或核反应的表达式 (能量用Q表示)
 α 衰变 $^{226}\text{Ra} \rightarrow ^{222}\text{Rn} + ^4\text{He} + Q$, β^+ 衰变 $^{30}\text{P} \rightarrow ^{30}\text{Si} + e^+ + \nu + Q$
 β^- 衰变 $^{14}\text{C} \rightarrow ^{14}\text{N} + e^- + \bar{\nu} + Q$, $^{235}\text{U} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^{144}\text{Ba} + ^{89}\text{Kr} + 3^1_0\text{n}$

3. (10分) 填空
 1) 放射性衰变过程直到形成 稳定核素 核素才停止。
 2) 通过加热、加压或其它物理方法可以改变给定的放射性核素的半衰期。 错误 (选择正确或错误)
 3) 放射性衰变产生的三种射线 α 、 β 、 γ , 速度最快的是 γ 射线 原因是 γ 射线为湮灭所产生的高能电磁波, 接近光速
 不受磁场影响的是 γ 射线, 原因是 不带电, 穿透力最强的是 γ 射线, 一张纸就可挡住的 α 射线, 用厚的铅块也不可能完全挡住的是 γ 射线, 原因是 γ 射线电离能力最弱, 无速度遇到其它分子时能量降低少, 故穿透能力最强。

4. (8分) 试计算 ^{12}C 和 ^{208}Pb 原子核的半径。(原子核半径常数 $r_0 = 1.2 \text{ fm}$)

4. (8分) 试计算 ^{12}C 和 ^{208}Pb 原子核的半径。(原子核半径常数 $r_0 = 1.2 \text{ fm}$)

$$R_{^{12}\text{C}} = r_0 A^{\frac{1}{3}} = 1.2 \times \sqrt[3]{12} = 2.747 \text{ fm}$$

$$R_{^{208}\text{Pb}} = r_0 A^{\frac{1}{3}} = 1.2 \times \sqrt[3]{208} = 7.109 \text{ fm}$$

5. (8分) 利用表中数据试计算 ^{56}Fe 和 ^{238}U 原子核中核子的平均结合能 (MeV)。

核素	^1_0n	^1_1H	^{56}Fe	^{238}U
原子质量 (u)	1.008665	1.007825	55.934937	238.050788

^{56}Fe 26 \propto 30 N

$$\Delta M = 26 \times 1.007825 + 30 \times 1.008665 - 55.934937 = 0.528463 \text{ u}$$

$$= 492.26328 \text{ MeV}$$

$$E/A = \frac{492.26}{56} = 8.79 \text{ MeV}$$

^{238}U 92 \propto 146 N

$$\Delta M = 92 \times 1.007825 + 146 \times 1.008665 - 238.050788 = 1.934202 \text{ u}$$

$$= 1801.709163 \text{ MeV}$$

$$E/A = \frac{1801.71}{238} = 7.57 \text{ MeV}$$

6. (8分) 现有 ^{131}I 放射性样品 10 mg, 30 天后还剩余多少? ($T_{1/2} = 8.04$ 天)

$$m = 10 \times \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{30}{8.04}}$$

$$= 10 \times \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{30}{8.04}}$$

$$= 10 \times 0.07531$$

$$= 0.7531 \text{ mg}$$

➤ 小测

➤ 第一回：“核能与核武器”

- 1938 年底，德国科学家在实验上发现，用【中子】轰击【原子核】会产生【链式反应】。
- 核武器有：【原子弹】、【中子弹】、【氢弹】。
- 制造原子弹的和燃料有【 ^{235}U 】和【 ^{239}Pu 】两种。（或【铀-235】，【钚-239】）

➤ 第二回：“电离辐射的生物效应”

- 电离辐射对人体作用的靶物质是【细胞的 DNA】。
- 你知道电离辐射所导致的随机性效应有【辐射致癌、肿瘤的产生（体细胞变异）、遗传效应（生殖细胞变异）】。
- 电离辐射导致不孕是【确定性效应】。

➤ 第三回：“人类生活环境中的放射性”

- 你知道天然中存在的放射性核素有【 ^{226}Ra 】、【 ^{238}U 】、【 ^{235}U 】
- 日常生活中，我们的饮水、食物中都含有放射性核素，摄入体内后，人体也可以说是一个小放射源。【对】
- 长期生活在较高氡浓度环境下有可能导致【肺癌】。

➤ “如果考试问你...” 系列 + 点名提问

【W2】（绪论部分，无）

【W3】

- **原子质量单位 u:** 由于微观粒子利用 kg 来表示过大，故科学家通常以原子质量单位 u 来表示粒子质量。u 被定义为 ^{12}C 原子质量的 $1/12$ ，即 $M(^{12}\text{C}) = 12.000000\text{u}$ 。由“质量关系” $E = mc^2$ 推导得到质量和能量间的对应关系。 1u 也等于 $931.5\text{MeV}/c^2$ 。

【W4】

- **作为武器利用的核能量，与作为能源利用的核能量有什么区别？**
 - 作为武器使用的核能量是【不可控的】，而且这种利用方式是让核【能量瞬间释放】的。作为能源使用的核能量是【可控的】，可以通过中子控制技术，例如插入控制棒等，让核裂变可控。（比如说在夏天用电高峰时段可以对核能量的产生向上调整，作为能源释放更多能量。）
- **改变半衰期的方法？**
 - 不存在的！！
- **Alpha, Beta, Gamma 的意义（理解！）**

亚原子粒子	实际粒子名称	大小	带电情况
Alpha 射线	氦原子核 (^4He)	$2.2 \times 10^{-15}\text{m}$	+2
Beta 射线	电子 (e^-)	$2.8 \times 10^{-18}\text{m}$	一般带-1，但也带+1
Gamma 射线	光子		不带电
n 射线	中子	$\sim 10 \times 10^{-15}\text{m}$	不带电

- **指数衰减是什么意思？**
 - 一定量的放射性核素由于衰变，其放射性原子核数目随时间而逐渐减少，实验证明服从“指数衰减规律”，是一个有统计学得出的公式，表明下一秒有多少个衰变的可能性。
- **元素有多少，核素就有多少。**
- **核辐射性质，射线导致机体的最根本物理机制是【电离】，使中性原子发生电离辐射。**
- **Alpha, Beta 粒子从电离效果来说，有什么不同？**
 - Alpha 电离效果强，beta 电离效果弱。Alpha 离子对数目多且密集，beta 离子对数目少且稀疏。
- **Bq 的物理含义？Ci 的物理意义？（P132）**
 - （放射性活度的国际单位），1Bq 意味着每秒发生 1 次核衰变。
 - 1Ci 意味着每秒钟进行 3.7×10^{10} 次核衰变的放射性元的强度为 1 个居里。
即 $1\text{Ci} = 3.7 \times 10^{10}\text{Bq}$ 。
- **睾丸最需要从辐射中被保护，占 1/5。**

【W5】

- **原子弹和核反应堆最大的不同是什么？**
 - 答：原子弹的原理是让中子一代代增生产生爆炸的，这个过程无论是从反应的中子数目来讲，还是从反应时间来讲，都是不可控的链式反应。而核反应堆是可控的，我们可以通过各种技术手段控制核反应堆，让它在夏天和冬天多产能；总体而言，这是一个可控的链式反应。
- **可以作为核材料的核素？**
 - ^{235}U 、 ^{238}U 、 ^{239}Pu
- **1964 年中国爆炸第一颗原子弹；1967 年成功爆炸第一颗氢弹。中国于 1964 年 10 月在罗布泊进行第一次核试验。**

【W6】

- **核电发电和火电的区别？**
 - 最大的区别是从原理上讲，发电的可控与不可控。两者生产后续发电的部分原理差不多一样，但产生蒸汽的锅炉部分是不一样的。（火电产生蒸汽的部分是一个是锅炉，而核电产生蒸汽的部分是一个原子炉，及反应堆）
- **核电反应的限制问题。**
 - PPT 发展核电的必要性。
- **快堆电站可以使核燃料增殖，利用 ^{238}U 再生核燃料 ^{239}Pu 。**

【W7-福岛讲座】

- **福岛核电站事故“不幸中的万幸”是什么？**
 - 万幸是发生于 3 月份，春季。此时由于上空中有冷热气团，所以由于风向、降雨的原因，所以核污染并未波及到日本内陆的更多地区，而更多的将污染物吹到了太平洋。

【W8】

- **产生生物效应的物理机制？**
 - 电离。
- **机理：确定性效应是多细胞的，细胞死亡达到一定数量就会得病，有阈值。随机性效应是由单细胞变异造成的。**
- **随机性效应现的症状？**
 - 辐射致癌，肿瘤的发生。
- **危险系数指什么？**

- 指的是导致恶性肿瘤发病率的大小。

【W9】

- 天然铀成分中，**235U 占 0.7%，238U 占 99.3%。**
- **天然放射衰变系的共同特点：**①它们都具有很长的寿命： 10^8 – 10^{10} 年；②系列最后都是稳定的 Pb（铅）的同位素；③每个系列都有一个氡的同位素，是气体。
- **为什么氡于 6–8 时含量最高，16–17 时含量最低？**
 - 首先，氡的来源是不变的，是来源于地表土壤扩散。每当早上太阳升起时，地表温度升高，分子运动扩散开始加剧，从而向高空进行稀释，浓度变低。但是太阳下山之后，分子活动变缓，氡开始累计增加。（所以一般说空气最脏的时候就是凌晨，因为扩散条件差）
- **氡会导致肺癌。**

【W12】

- **ICRP 的性质是什么？**
 - ICRP 全称为国际放射防护委员会，是一个民间学术组织。它的出版物，是制定法规的依据和参考，但不代表法律性质。
- **污染法确立了由国务院哪个部门来牵头执行？**
 - **【环保部】（生态环境保护部）。**
- **辐射防护的目的是什么？**
 - 1、提供保护人类的适当的标准，而不过分限制有益的引起照射的实践（人类活动令辐射剂量增加的 practise 都要尽量避免）；2、防止确定性效应（为什么可以它是可以防止的呢？因为确定性效应有阈值，如果低于就可以防止。）的发生；3、减少随机性效应（什么是随机性效应？）的发生率。**【会变一个形式来问】（书 P124）**
- **“有计划特殊照射”指的是什么？**
 - 指的是应急核事故（日本福岛核电站，自卫队就是 100mSv，后来被更改了法律）下的情况，这个时候涉及到国家财产以及不可想象的危害的时候，必须去。生命是受法律保护的，危险度大 100mSv，但其实没什么事情。

【W14】

- **辐射照射分为职业照射（剂量限值）、医疗照射（不适用于剂量限值）；概念清楚，但不是一个体系里面的东西。**
- **天然来说 55%是 Radon(氡)导致的内照射。**
- **Gamma 刀是什么？**
 - 因为他非常有不可取代的优越性、之所以成为“刀”，是因为它可以像手术刀一样，“立体定向”地切除肿瘤就没了。就是把无数个上百个小放射源，利用头盔对准不同位置，20 分钟定点定向的精确到一个物理点上。（脑部开到很危险），所以最适合用 gamma 刀治疗。几十个放射源极大地剂量把肿瘤摧毁，如同手术般的医疗效果。但是对于适应症的要求非常苛刻。
- **核医学，与肿瘤射线和 x 射线诊断是不同的原因？**
 - x 射线、肿瘤的放射（射线）源都在体外，无论是为了治疗还是诊断。而核科学要吃进去，注射进去，而放射源从身体内部向外面发射的。

【W15】

- **放射性示踪的特点：**①灵敏度高（和化学物质比灵敏，比如分辨 239Pu 和 240Pu）；②测量简便、易分辨（压成片放在探测器上）；③提供原子、分子水平的研究手段；④合乎生理条件；⑤能定量定位。

- 为什么 ^{14}C 可以断年？可以用于考古学的原理是什么？
 - ^{14}C 是有宇宙射线中的中子与大气中的 N 发生核反应所生成的，它是 β 放射性核素，半衰期为 5730 年。利用 ^{14}C 作为考古学研究是因为其拥有 3 条重要前提：1. 大气中 ^{14}C 的生产率不变；2. 自然界中所有活着的动植物体内 ^{14}C 的比例是一定的；3. 生物样品死亡后， ^{14}C 与外界交换停止。在这些前提下， ^{14}C 按照自身物理半衰期衰减，经过一定时间后，样品中 $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 的比例发生变化，根据公式，我们可以通过测算 ^{14}C 和 ^{12}C 的多少，计算出衰变了多少年，从而达到了考古学断代的效果。

■ 基本公式：

$$\frac{(^{14}\text{C}/^{12}\text{C})}{(^{14}\text{C}/^{12}\text{C})_s} = \exp\left(-\frac{\ln 2}{T_{1/2}}t\right)$$

- 哪个核素既是天然的、也可以人工产生，与人类活动相关的？
 - ^{14}C

➤ W14 期末考试提示：

- **alpha 粒子是什么？（P2）**
 - ^4He , 带两个正电荷的氦离子。
- **个人剂量限值？（P124）**
 - 对于给定的某项核辐射实践，无论代价和利益分配如何，必须按规定的当量剂量限值对受照射者加以保护。
- **辐射防护的三大原则？（P124）**
 - 1、实践的正当化；2、防护的最优化；3、个人剂量限值。
- **哪一种症状是随机效应，确定性效应？（P113, P115）**

类别	躯体效应	遗传效应
随机性效应（非确定性效应）	辐射致癌、白血病	各种遗传隐患
非随机性效应（确定性效应）	白内障、生育力减退、血管或结缔组织损伤等	

- **天然辐射本底，会受到哪些辐射构成？（P117）**
 - 宇宙射线、宇生放射性核素、原生放射性核素。
- **电离辐射既可以致癌，也可以治癌，你怎么理解？**
 - 致癌：随机性效应、确定性效应。
 - 治癌：核科学技术在医疗上的应用（PPT8）。射线可以杀死肿瘤，这是肿瘤治疗的原理。但射线也可以导致肿瘤，他仍然会杀伤旁边的正常细胞。我们需要在肿瘤细胞得到最大剂量的同时，正常细胞得到的剂量越小越好。

