

专题 20 原子和原子核 波粒二象性（解析版）

一近 5 年（2018-2022）高考物理试题分类解析

1、（2022·全国乙卷·T17）一点光源以 113W 的功率向周围所有方向均匀地辐射波长约为 $6 \times 10^{-7}\text{m}$ 的光，在离点光源距离为 R 处每秒垂直通过每平方米的光子数为 3×10^{14} 个。普朗克常量为 $h = 6.63 \times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$ 。 R 约为（ ）

- A. $1 \times 10^2\text{m}$ B. $3 \times 10^2\text{m}$ C. $6 \times 10^2\text{m}$ D. $9 \times 10^2\text{m}$

【答案】B

【解析】

一个光子的能量为

$$E = h\nu$$

ν 为光的频率，光的波长与频率有以下关系

$$c = \lambda\nu$$

光源每秒发出的光子的个数为

$$n = \frac{P}{h\nu} = \frac{P\lambda}{hc}$$

P 为光源的功率，光子以球面波的形式传播，那么以光源为原点的球面上的光子数相同，此时距光源的距离为 R 处，每秒垂直通过每平方米的光子数为 3×10^{14} 个，那么此处的球面的表面积为

$$S = 4\pi R^2$$

则

$$\frac{n}{S} = 3 \times 10^{14}$$

联立以上各式解得

$$R \approx 3 \times 10^2\text{m}$$

故选 B。

2、（2022·全国甲卷·T17）两种放射性元素的半衰期分别为 t_0 和 $2t_0$ ，在 $t=0$ 时刻这两种元素的原子核总数为 N ，在 $t=2t_0$ 时刻，尚未衰变的原子核总数为 $\frac{N}{3}$ ，则在 $t=4t_0$ 时刻，尚

未衰变的原子核总数为 ()

- A. $\frac{N}{12}$ B. $\frac{N}{9}$ C. $\frac{N}{8}$ D. $\frac{N}{6}$

【答案】C

【解析】

根据题意设半衰期为 t_0 的元素原子核数为 x ，另一种元素原子核数为 y ，依题意有

$$x + y = N$$

经历 $2t_0$ 后有

$$\frac{1}{4}x + \frac{1}{2}y = \frac{N}{3}$$

联立可得

$$x = \frac{2}{3}N, \quad y = \frac{1}{3}N$$

在 $t = 4t_0$ 时，原子核数为 x 的元素经历了 4 个半衰期，原子核数为 y 的元素经历了 2 个半衰期，则此时未衰变的原子核总数为

$$n = \frac{1}{2^4}x + \frac{1}{2^2}y = \frac{N}{8}$$

故选 C。

3、(2022·湖南卷·T1) 关于原子结构和微观粒子波粒二象性，下列说法正确的是 ()

- A. 卢瑟福的核式结构模型解释了原子光谱的分立特征
B. 玻尔的原子理论完全揭示了微观粒子运动的规律
C. 光电效应揭示了光的粒子性
D. 电子束穿过铝箔后的衍射图样揭示了电子的粒子性

【答案】C

【解析】

A. 玻尔的量子化模型很好地解释了原子光谱的分立特征，A 错误；

B. 玻尔的原子理论成功地解释了氢原子的分立光谱，但不足之处，是它保留了经典理论中的一些观点，如电子轨道的概念，还不完全揭示微观粒子的运动规律，B 错误；

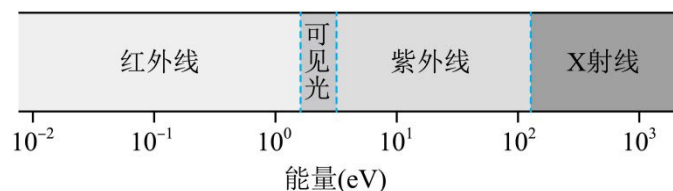
C. 光电效应揭示了光的粒子性，C 正确；

D. 电子束穿过铝箔后的衍射图样，证实了电子的波动性，质子、中子及原子、分子均具有

波动性，D 错误。

故选 C。

4、(2022·广东卷·T5) 目前科学家已经能够制备出能量量子数 n 较大的氢原子。氢原子第 n 能级的能量为 $E_n = \frac{E_1}{n^2}$ ，其中 $E_1 = -13.6\text{eV}$ 。图是按能量排列的电磁波谱，要使 $n = 20$ 的氢原子吸收一个光子后，恰好失去一个电子变成氢离子，被吸收的光子是 ()



A. 红外线波段的光子

B. 可见光波段的光子

C. 紫外线波段的光子

D. X 射线波段的光子

【答案】A

【解析】

要使处于 $n=20$ 的氢原子吸收一个光子后恰好失去一个电子变成氢离子，则需要吸收光子的能量为

$$E = 0 - \left(\frac{-13.6}{20^2} \right) \text{eV} = 0.034\text{eV}$$

则被吸收的光子是红外线波段的光子。

故选 A。

5、(2022·山东卷·T1) 碘 125 衰变时产生 γ 射线，医学上利用此特性可治疗某些疾病。碘 125 的半衰期为 60 天，若将一定质量的碘 125 植入患者病灶组织，经过 180 天剩余碘 125 的质量为刚植入时的 ()

A. $\frac{1}{16}$

B. $\frac{1}{8}$

C. $\frac{1}{4}$

D. $\frac{1}{2}$

【答案】B

【解析】

设刚植入时碘的质量为 m_0 ，经过 180 天后的质量为 m ，根据

$$m = m_0 \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{T}}$$

代入数据解得

$$m = m_0 \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{180}{60}} = m_0 \left(\frac{1}{2} \right)^3 = \frac{1}{8} m_0$$

故选 B。

6、(2022·浙江 6 月卷·T14) 秦山核电站生产 $^{14}_6\text{C}$ 的核反应方程为 $^{14}_7\text{N} + {}^1_0\text{n} \rightarrow ^{14}_6\text{C} + \text{X}$ ，其产物 $^{14}_6\text{C}$ 的衰变方程为 $^{14}_6\text{C} \rightarrow ^{14}_7\text{N} + {}^0_{-1}\text{e}$ 。下列说法正确的是 ()

A. X 是 ^1_1H

B. $^{14}_6\text{C}$ 可以用作示踪原子

C. ${}^0_{-1}\text{e}$ 来自原子核外

D. 经过一个半衰期，10 个 $^{14}_6\text{C}$ 将剩下

5 个

【答案】AB

【解析】

A. 根据质量数守恒和电荷数守恒可知，X 的质子数为 1，中子数为 1，即为 ^1_1H ，故 A 正确；

B. 常用的示踪原子有： $^{14}_6\text{C}$ ， $^{16}_8\text{O}$ ， ^3_1H ，故 B 正确；

C. ${}^0_{-1}\text{e}$ 由原子核内的一个中子转化为一个质子和一个电子，电子被释放出来，所以 ${}^0_{-1}\text{e}$ 来自原子核内，故 C 错误；

D. 半衰期是一个统计规律，对于大量原子核衰变是成立的，个数较少时规律不成立，故 D 错误。

故选 AB。

7、(2022·浙江 6 月卷·T7) 如图为氢原子的能级图。大量氢原子处于 $n=3$ 的激发态，在向低能级跃迁时放出光子，用这些光子照射逸出功为 2.29eV 的金属钠。下列说法正确的是 ()

n	E/eV
∞	0
4	-0.85
3	-1.51
2	-3.4
1	-13.6

A. 逸出光电子的最大初动能为 10.80eV

B. $n=3$ 跃迁到 $n=1$ 放出的光电子动量最大

C. 有 3 种频率的光子能使金属钠产生光电效应

D. 用 0.85eV 的光子照射，氢原子跃迁到 $n=4$ 激发态

【答案】B

【解析】

A. 从 $n=3$ 跃迁到 $n=1$ 放出的光电子能量最大，根据

$$E_k = E - W_0$$

可得此时最大初动能为

$$E_k = 9.8\text{eV}$$

故 A 错误；

B. 根据

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{h\nu}{c}$$
$$E = h\nu$$

又因为从 $n=3$ 跃迁到 $n=1$ 放出的光电子能量最大，故可知动量最大，故 B 正确；

C. 大量氢原子从 $n=3$ 的激发态跃迁基态能放出 $C_3^2 = 3$ 种频率的光子，其中从 $n=3$ 跃迁到 $n=2$ 放出的光子能量为

$$\Delta E_k = 3.4\text{eV} - 1.51\text{eV} = 1.89\text{eV} < 2.2\text{ eV}$$

不能使金属钠产生光电效应，其他两种均可以，故 C 错误；

D. 由于从 $n=3$ 跃迁到 $n=4$ 能级需要吸收的光子能量为

$$\Delta E = 1.51\text{eV} - 0.85\text{eV} = 0.66\text{eV} \neq 0.5\text{eV}$$

所以用 0.85eV 的光子照射，不能使氢原子跃迁到 $n=4$ 激发态，故 D 错误。

故选 B。

8、(2022·浙江 1 月卷·T14) 2021 年 12 月 15 日秦山核电站迎来了安全发电 30 周年，核电站累计发电约 $6.9 \times 10^{11} \text{kW} \cdot \text{h}$ ，相当于减排二氧化碳六亿多吨。为了提高能源利用率，核电站还将利用冷却水给周围居民供热。下列说法正确的是 ()



A. 秦山核电站利用的是核聚变释放的能量

- B. 秦山核电站发电使原子核亏损的质量约为 27.6kg
- C. 核电站反应堆中需要用镉棒控制链式反应的速度
- D. 反应堆中存在 ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow \text{Ba} + \text{Kr} + 3{}_0^1\text{n}$ 的核反应

【答案】CD

【解析】

- A. 秦山核电站利用的是重核裂变变释放的能量，故 A 错误；
- B. 原子核亏损的质量全部转化为电能时，约为

$$\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2} = \frac{6.9 \times 10^{11} \times 1000 \times 3600}{(3 \times 10^8)^2} \text{kg} \approx 27.6 \text{kg}$$

核电站实际发电还要考虑到核能的转化率和利用率，则原子核亏损的质量大于 27.6kg，故 B 错误；

C. 核电站反应堆中需要用镉棒能吸收中子的特性，通过中子的数量控制链式反应的速度，故 C 正确；

D. 反应堆利用铀 235 的裂变，生成多个中核和中子，且产物有随机的两分裂、三分裂，即存在 ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow \text{Ba} + \text{Kr} + 3{}_0^1\text{n}$ 的核反应，故 D 正确；

故选 CD。

9、(2022·湖北·T1) 上世纪四十年代初，我国科学家王淦昌先生首先提出证明中微子存在的实验方案：如果静止原子核 ${}_4^7\text{Be}$ 俘获核外 K 层电子 e，可生成一个新原子核 X，并放出中微子 ν_e ，即 ${}_4^7\text{Be} + {}_{-1}^0\text{e} \rightarrow \text{X} + {}_0^0\nu_e$ 。根据核反应后原子核 X 的动能和动量，可以间接测量中微子的能量和动量，进而确定中微子的存在。下列说法正确的是（ ）

- A. 原子核 X 是 ${}_3^7\text{Li}$
- B. 核反应前后的总质子数不变
- C. 核反应前后总质量数不同
- D. 中微子 ν_e 的电荷量与电子的相同

【答案】A

【解析】

AC. 根据质量数守恒和电荷数守恒有，X 的质量数为 7，电荷数为 3，可知原子核 X 是 ${}_3^7\text{Li}$ ，

A 正确、C 错误；

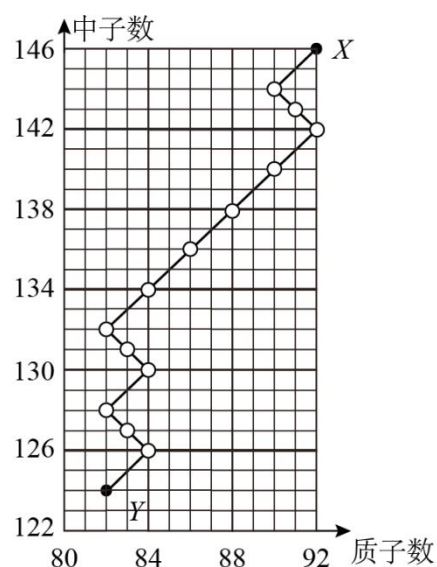
B. 由选项 A 可知，原子核 X 是 ${}_3^7\text{Li}$ ，则核反应方程为 ${}_4^7\text{Be} + {}_{-1}^0\text{e} \rightarrow {}_3^7\text{Li} + {}_0^0\nu_e$ ，则反应

前的总质子数为 4，反应后的总质子数为 3，B 错误；

D. 中微子不带电，则中微子 ν_e 的电荷量与电子的不相同，D 错误。

故选 A。

10.2021 全国甲卷第 4 题. 如图，一个原子核 X 经图中所示的一系列 α 、 β 衰变后，生成稳定的原子核 Y，在此过程中放射出电子的总个数为（ ）



A. 6

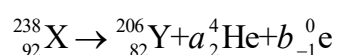
B. 8

C. 10

D. 14

【答案】A

【解析】 由图分析可知，核反应方程为



设经过 a 次 α 衰变， b 次 β 衰变。由电荷数与质量数守恒可得

$$238 = 206 + 4a ; 92 = 82 + 2a - b$$

解得

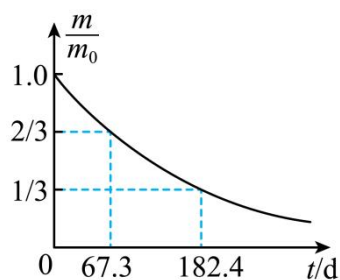
$$a = 8, b = 6$$

故放出 6 个电子。

故选 A。

11. 2021 全国乙卷第 4 题. 医学治疗中常用放射性核素 ${}^{113}\text{In}$ 产生 γ 射线，而 ${}^{113}\text{In}$ 是由半衰期相对较长的 ${}^{113}\text{Sn}$ 衰变产生的。对于质量为 m_0 的 ${}^{113}\text{Sn}$ ，经过时间 t 后剩余的 ${}^{113}\text{Sn}$ 质量

为 m ，其 $\frac{m}{m_0} - t$ 图线如图所示。从图中可以得到 ^{113}Sn 的半衰期为 ()



- A. 67.3d B. 101.0d C. 115.1d D. 124.9d

【答案】C

【解析】

由图可知从 $\frac{m}{m_0} = \frac{2}{3}$ 到 $\frac{m}{m_0} = \frac{1}{3}$ 恰好衰变了一半，根据半衰期的定义可知半衰期为

$$T = 182.4\text{d} - 67.3\text{d} = 115.1\text{d}$$

故选 C。

12. 2021 湖南卷第 1 题. 核废料具有很强的放射性，需要妥善处理。下列说法正确的是 ()

- A. 放射性元素经过两个完整的半衰期后，将完全衰变殆尽
B. 原子核衰变时电荷数守恒，质量数不守恒
C. 改变压力、温度或浓度，将改变放射性元素的半衰期
D. 过量放射性辐射对人体组织有破坏作用，但辐射强度在安全剂量内则没有伤害

【答案】D

【解析】

A. 放射性元素的半衰期是大量的放射性元素衰变的统计规律，对少量的个别的原子核无意义，则放射性元素完全衰变殆尽的说法错误，故 A 错误；

B. 原子核衰变时满足电荷数守恒，质量数守恒，故 B 错误；

C. 放射性元素的半衰期是由原子核的自身结构决定的，而与物理环境如压力、温度或浓度无关，与化学状态无关，故 C 错误；

D. 过量放射性辐射包含大量的射线，对人体组织有破坏作用，但辐射强度在安全剂量内则没有伤害，故 D 正确；

故选 D。

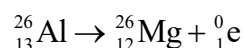
13. 2021 广东卷第 1 题. 科学家发现银河系中存在大量的放射性同位素铝 26，铝 26 的半衰期为 72 万年，其衰变方程为 ${}_{13}^{26}\text{Al} \rightarrow {}_{12}^{26}\text{Mg} + \text{Y}$ ，下列说法正确的是（ ）

- A. Y 是氦核
- B. Y 是质子
- C. 再经过 72 万年，现有的铝 26 衰变一半
- D. 再经过 144 万年，现有的铝 26 全部衰变

【答案】C

【解析】

AB. 根据核反应的质量数和电荷数守恒可知，该核反应是

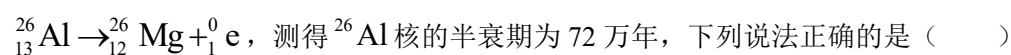


即 Y 是正电子，选项 AB 错误；

CD. 因 72 万年是一个半衰期，可知再过 72 万年，现有的铝 26 衰变一半；再过 144 万年，即两个半衰期，现有的铝 26 衰变四分之三，选项 C 正确，D 错误；

故选 C。

14. 2021 河北卷第 1 题. 银河系中存在大量的铝同位素 ${}^{26}\text{Al}$ ， ${}^{26}\text{Al}$ 核 β 衰变的衰变方程为



- A. ${}^{26}\text{Al}$ 核的质量等于 ${}^{26}\text{Mg}$ 核的质量
- B. ${}^{26}\text{Al}$ 核的中子数大于 ${}^{26}\text{Mg}$ 核的中子数
- C. 将铝同位素 ${}^{26}\text{Al}$ 放置在低温低压的环境中，其半衰期不变
- D. 银河系中现有的铝同位素 ${}^{26}\text{Al}$ 将在 144 万年后全部衰变为 ${}^{26}\text{Mg}$

【答案】C

【解析】

A. ${}^{26}\text{Al}$ 和 ${}^{26}\text{Mg}$ 的质量数均为 26 相等，但是二者原子核中的质子数和中子数不同，所以质量不同，A 错误；

B. ${}_{13}^{26}\text{Al}$ 核的中子数为 $26 - 13 = 13$ 个， ${}_{12}^{26}\text{Mg}$ 核的中子数为 $26 - 12 = 14$ 个，B 错误；

C. 半衰期是原子核固有的属性，与外界条件无关，C 正确；

D. 质量为 m 的 ^{26}Al 的半衰期为 72 万年，经过 $144 = 2 \times 72$ 万年为 2 个半衰期，剩余质量为 $\frac{1}{4}m$ ，不会全部衰变为 ^{26}Mg ，D 错误。

故选 C。

15. 2021 河北卷第 3 题. 普朗克常量 $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$ ，光速为 c ，电子质量为 m_e ，则

$\frac{h}{m_e c}$ 在国际单位制下的单位是 ()

A. J/s

B. m

C. J·m

D. m/s

【答案】B

【解析】根据 $\frac{h}{m_e c}$ 可得它们的单位为：

$$\frac{\text{J} \cdot \text{s}}{\text{kg} \cdot \text{m/s}} = \frac{\text{N} \cdot \text{m} \cdot \text{s}}{\text{kg} \cdot \text{m/s}} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m/s}^2 \cdot \text{m} \cdot \text{s}}{\text{kg} \cdot \text{m/s}} = \text{m}$$

故选 B。

16. 2021 浙江卷第 13 题. 已知普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$ ，电子的质量为

$9.11 \times 10^{-31} \text{kg}$ ，一个电子和一滴直径约为 $4 \mu\text{m}$ 的油滴具有相同动能，则电子与油滴的德布罗意波长之比的数量级为 ()

A. 10^{-8}

B. 10^6

C. 10^8

D. 10^{16}

【答案】C

【解析】

根据德布罗意波长公式

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

$$p = \sqrt{2mE_k}$$

解得

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}}$$

由题意可知，电子与油滴的动能相同，则其波长与质量的二次方根成反比，所以有

$$\frac{\lambda_{\text{电}}}{\lambda_{\text{油}}} = \frac{\sqrt{m_{\text{油}}}}{\sqrt{m_{\text{电}}}}$$
$$m_{\text{油}} = \rho \cdot \frac{1}{6} \pi d^3 = 0.8 \times 10^3 \times \frac{1}{6} \times 3.14 \times (4 \times 10^{-6})^3 = 2.7 \times 10^{-14} \text{ kg}$$

代入数据解得

$$\frac{\lambda_{\text{电}}}{\lambda_{\text{油}}} = \sqrt{\frac{2.7 \times 10^{-14}}{9.11 \times 10^{-31}}} \approx 1.7 \times 10^8$$

所以 C 正确；ABD 错误；

故选 C。

17. 2021 浙江卷第 14 题. 对四个核反应方程 (1) ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{90}^{234}\text{Th} + {}_2^4\text{He}$; (2) ${}_{90}^{234}\text{Th} \rightarrow {}_{91}^{234}\text{Pa} + {}_{-1}^0\text{e}$;

(3) ${}_{7}^{14}\text{N} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_8^{17}\text{O} + {}_1^1\text{H}$; (4) ${}_1^2\text{H} + {}_1^3\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^1\text{n} + 17.6\text{MeV}$ 。下列说法正确的是 ()

- A. (1) (2) 式核反应没有释放能量
- B. (1) (2) (3) 式均是原子核衰变方程
- C. (3) 式是人类第一次实现原子核转变的方程
- D. 利用激光引发可控的 (4) 式核聚变是正在尝试的技术之一

【答案】 CD

【解析】

- A. (1) 是 α 衰变, (2) 是 β 衰变, 均有能量放出, 故 A 错误;
- B. (3) 是人工核转变, 故 B 错误;
- C. (3) 式是人类第一次实现原子核转变的方程, 故 C 正确;
- D. 利用激光引发可控的 (4) 式核聚变是正在尝试的技术之一, 故 D 正确。

故选 CD。

18. 2021 年高考上海等级考第 1 题.

β 粒子是 ()

- A. 原子核外电子 B. 中子转化而成
- C. 原子核内电子 D. 核子转化而成

【答案】 B

【解析】 核反应方程式 ${}_0^1\text{n} \rightarrow {}_1^1\text{H} + {}_{-1}^0\text{e}$

19.2021 年高考上海等级考第 2 题.

α 粒子散射实验中, 大角度偏转 ()

- A. 是由于与电子的碰撞
- B. 是由于库仑引力
- C. 反映了原子核由质子和中子组成
- D. 来源于原子核中带正电的核

【答案】D

【解析】 α 粒子散射实验中, α 粒子受到原子核中带正电的核(质量大, 带电量多)的库仑斥力的作用而发生大角度偏转。

20.2021 年高考上海等级考第 13 题

氚核的中子数为_____, 它的半衰期期为 12 年, 则经过_____年后, 核的数量减小为原来的 1/4.

【答案】2 24 年

【解析】氚核 ${}^3_1\text{H}$, 则中子数为 $3-1=2$. 根据 $m = m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$, 则 $\frac{t}{T} = 2$, $t=2 \times 12 \text{ 年} = 24 \text{ 年}$ 。

21.2021 山东卷第 1 题.

在测定年代较近的湖泊沉积物形成年份时, 常利用沉积物中半衰期较短的 ${}^{210}_{82}\text{Pb}$, 其衰变方

程为 ${}^{210}_{82}\text{Pb} \rightarrow {}^{210}_{83}\text{Bi} + \text{X}$ 。以下说法正确的是 ()

- A. 衰变方程中的 X 是电子
- B. 升高温度可以加快 ${}^{210}_{82}\text{Pb}$ 的衰变
- C. ${}^{210}_{82}\text{Pb}$ 与 ${}^{210}_{83}\text{Bi}$ 的质量差等于衰变的质量亏损
- D. 方程中的 X 来自于 ${}^{210}_{82}\text{Pb}$ 内质子向中子的转化

【答案】A

【解析】A. 根据质量数守恒和电荷数守恒可知, X 是电子, A 正确;

B. 半衰期非常稳定, 不受温度, 压强, 以及该物质是单质还是化合物的影响, B 错误;

C. ${}^{210}_{82}\text{Pb}$ 与 ${}^{210}_{83}\text{Bi}$ 和电子 X 的质量差等于衰变的质量亏损, C 错误;

D. 方程中的 X 来自于 ${}^{210}_{82}\text{Pb}$ 内中子向质子的转化, D 错误。

故选 A。

22.2020 山东第 2 题.

氚核 ${}^3_1\text{H}$ 发生 β 衰变成为氦核 ${}^3_2\text{He}$ 。假设含氚材料中 ${}^3_1\text{H}$ 发生 β 衰变产生的电子可以全部定向移动，在 $3.2 \times 10^4 \text{ s}$ 时间内形成的平均电流为 $5.0 \times 10^{-8} \text{ A}$ 。已知电子电荷量为 $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ，在这段时间内发生 β 衰变的氚核 ${}^3_1\text{H}$ 的个数为（ ）

- A. 5.0×10^{14} B. 1.0×10^{16} C. 2.0×10^{16} D. 1.0×10^{18}

【答案】B

【解析】根据 $I = \frac{q}{t} = \frac{ne}{t}$

可得产生的电子数为 $n = \frac{It}{e} = \frac{5.0 \times 10^{-8} \times 3.2 \times 10^4}{1.6 \times 10^{-19}} = 10^{16}$ 个

因在 β 衰变中，一个氚核产生一个电子，可知氚核的个数为 1.0×10^{16} 个。

故选 B。

23.2020 全国 1 卷第 6 题

6. 下列核反应方程中， X_1 ， X_2 ， X_3 ， X_4 代表 α 粒子的有（ ）

- A. ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^1_0\text{n} + X_1$ B. ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^1_0\text{n} + X_2$
C. ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{144}_{56}\text{Ba} + {}^{89}_{36}\text{Kr} + 3X_3$ D. ${}^1_0\text{n} + {}^6_3\text{Li} \rightarrow {}^3_1\text{H} + X_4$

【答案】BD

【解析】 α 粒子为氦原子核 ${}^4_2\text{He}$ ，根据核反应方程遵守电荷数守恒和质量数守恒，A 选项中的 X_1 为 ${}^3_2\text{He}$ ，B 选项中的 X_2 为 ${}^4_2\text{He}$ ，C 选项中的 X_3 为中子 ${}^1_0\text{n}$ ，D 选项中的 X_4 为 ${}^4_2\text{He}$ 。

故选 BD。

24.2020 全国 2 卷第 5 题

5. 氚核 ${}^2_1\text{H}$ 可通过一系列聚变反应释放能量，其总效果可用反应式

$6{}^2_1\text{H} \rightarrow 2{}^4_2\text{He} + 2{}^1_1\text{H} + 2{}^1_0\text{n} + 43.15 \text{ MeV}$ 表示。海水中富含氚，已知 1 kg 海水中含有的氚核约为 1.0×10^{22} 个，若全都发生聚变反应，其释放的能量与质量为 M 的标准煤燃烧时释放的热量相等；已知 1 kg 标准煤燃烧释放的热量约为 $2.9 \times 10^7 \text{ J}$ ， $1 \text{ MeV} = 1.6 \times 10^{-13} \text{ J}$ ，则 M 约为（ ）

A. 40 kg

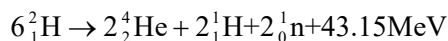
B. 100 kg

C. 400 kg

D. 1 000 kg

【答案】C

【解析】氘核 ${}^2_1\text{H}$ 可通过一系列聚变反应释放能量，其总效果可用反应式



则平均每个氘核聚变释放的能量为 $\varepsilon = \frac{E}{6} = \frac{43.15}{6}\text{MeV}$

1kg 海水中含有的氘核约为 1.0×10^{22} 个，可以放出的总能量为 $E_0 = N\varepsilon$

由 $Q = mq$ 可得，要释放的相同的热量，需要燃烧标准煤燃烧的质量

$$m = \frac{Q}{q} = \frac{E_0}{q} \approx 400\text{kg}$$

25.2020 全国 3 卷第 6 题

6.1934 年，约里奥—居里夫妇用 α 粒子轰击铝箔，首次产生了人工放射性同位素 X，反应方程为： ${}^4_2\text{He} + {}^{27}_{13}\text{Al} \rightarrow \text{X} + {}^1_0\text{n}$ 。X 会衰变成原子核 Y，衰变方程为 $\text{X} \rightarrow \text{Y} + {}^0_{-1}\text{e}$ ，则（ ）

A. X 的质量数与 Y 的质量数相等

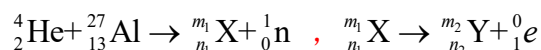
B. X 的电荷数比 Y 的电荷数少 1

C. X 的电荷数比 ${}^{27}_{13}\text{Al}$ 的电荷数多 2

D. X 的质量数与 ${}^{27}_{13}\text{Al}$ 的质量数相等

【答案】AC

【解析】设 X 和 Y 的质子数分别为 n_1 和 n_2 ，质量数分别为 m_1 和 m_2 ，则反应方程为



根据反应方程质子数和质量数守恒，解得

$$2+13=n_1 \quad , \quad n_1 = n_2 + 1$$

$$4+27=m_1 + 1 \quad , \quad m_1 = m_2 + 0$$

解得 $n_1 = 15$ ， $n_2 = 14$ ， $m_1 = 30$ ， $m_2 = 30$

即 X 的质量数与 Y 的质量数相等， ${}^{30}_{15}\text{X}$ 电荷数比 ${}^{27}_{13}\text{Al}$ 的电荷数多 2， ${}^{30}_{15}\text{X}$ 电荷数比 ${}^{27}_{13}\text{Al}$ 的质量数多 3，AC 正确，BD 错误。

故选 AC。

26.2020 江苏省卷第 12 (1) (2) 题

12. [选修 3-5] (1) “测温枪” (学名“红外线辐射测温仪”) 具有响应快、非接触和操作方便等优点. 它是根据黑体辐射规律设计出来的, 能将接收到的人体热辐射转换成温度显示. 若人体温度升高, 则人体热辐射强度 I 及其极大值对应的波长 λ 的变化情况是_____.

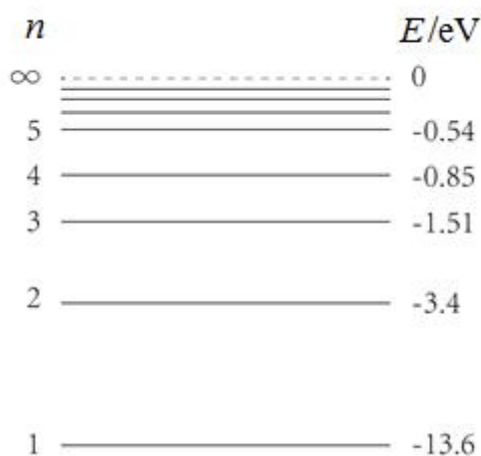
A. I 增大, λ 增大 B. I 增大, λ 减小 C. I 减小, λ 增大 D. I 减小, λ 减小

(2) 大量处于某激发态的氢原子辐射出多条谱线, 其中最长和最短波长分别为 λ_1 和 λ_2 , 则该激发态与基态的能量差为_____, 波长为 λ_1 的光子的动量为_____. (已知普朗克常量为 h , 光速为 c)

【答案】12. (1) B (2) $\frac{hc}{\lambda_2}$ $\frac{h}{\lambda_1}$ 。

27.2020 北京卷第 2 题

2. 氢原子能级示意如图。现有大量氢原子处于 $n=3$ 能级上, 下列说法正确的是 ()



- A. 这些原子跃迁过程中最多可辐射出 2 种频率的光子
- B. 从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=1$ 能级比跃迁到 $n=2$ 能级辐射的光子频率低
- C. 从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=4$ 能级需吸收 0.66eV 的能量
- D. $n=3$ 能级的氢原子电离至少需要吸收 13.6eV 的能量

【答案】C

【解析】A. 大量氢原子处于 $n=3$ 能级跃迁到 $n=1$ 最多可辐射出 $C_3^2=3$ 种不同频率的光子,

故 A 错误；

B. 根据能级图可知从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=1$ 能级辐射的光子能量为

$$h\nu_1 = 13.6\text{eV} - 1.51\text{eV}$$

从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=2$ 能级辐射的光子能量为 $h\nu_2 = 3.4\text{eV} - 1.51\text{eV}$

比较可知从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=1$ 能级比跃迁到 $n=2$ 能级辐射的光子频率高，故 B 错误；

C. 根据能级图可知从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=4$ 能级，需要吸收的能量为

$$E = 1.51\text{eV} - 0.85\text{eV} = 0.66\text{eV} \quad \text{故 C 正确；}$$

D. 根据能级图可知氢原子处于 $n=3$ 能级的能量为 -1.51eV ，故要使其电离至少需要吸收 1.51eV 的能量，故 D 错误；

故选 C。

28.2020 北京卷第 3 题

3. 随着通信技术的更新换代，无线通信使用的电磁波频率更高，频率资源更丰富，在相同时间内能够传输的信息量更大。第 5 代移动通信技术(简称 5G)意味着更快的网速和更大的网络承载能力，“4G 改变生活，5G 改变社会”。与 4G 相比，5G 使用的电磁波 ()

A. 光子能量更大

B. 衍射更明显

C. 传播速度更大

D. 波长更长

【答案】A

【解析】A. 因为 5G 使用的电磁波频率比 4G 高，根据 $E = h\nu$ 可知 5G 使用的电磁波比 4G 光子能量更大，故 A 正确；

B. 发生明显衍射的条件是障碍物(或孔)的尺寸可以跟波长相比，甚至比波长还小；因 5G 使用的电磁波频率更高，即波长更短，故 5G 越不容易发生明显衍射，故 B 错误；

C. 光在真空中的传播速度都是相同的；光在介质中的传播速度为 $v = \frac{c}{n}$ 。5G 的频率比 4G 高，而频率越大折射率越大，光在介质中的传播速度越小，故 C 错误；

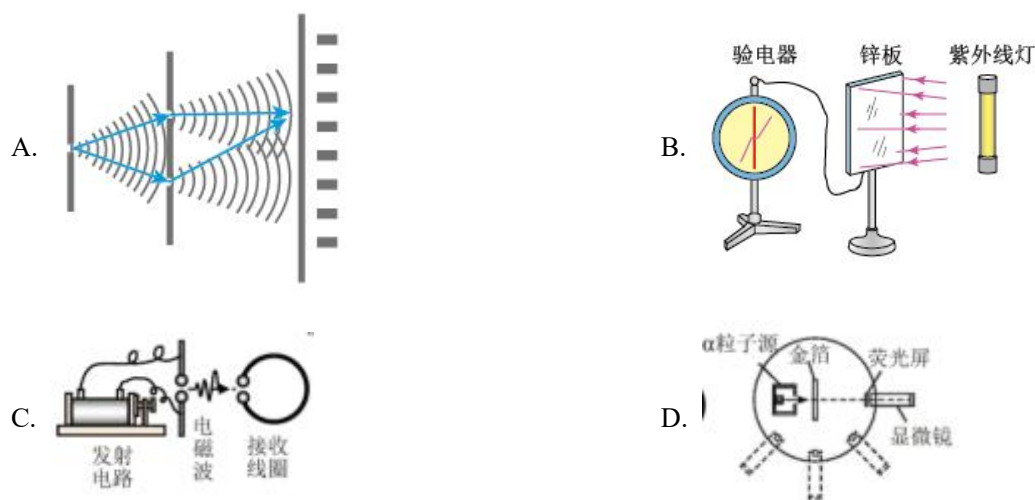
D. 因 5G 使用的电磁波频率更高，根据 $\nu = \frac{c}{\lambda}$ ，可知波长更短，故 D 错误。

故选 A。

29.2020 天津卷第 1 题

1. 在物理学发展的进程中，人们通过对某些重要物理实验的深入观察和研究，获得正确的理

论认识。下列图示的实验中导致发现原子具有核式结构的是（ ）



【答案】D

【解析】A. 双缝干涉实验说明了光具有波动性，故 A 错误；

B. 光电效应实验，说明了光具有粒子性，故 B 错误；

C. 实验是有关电磁波的发射与接收，与原子核无关，故 C 错误；

D. 卢瑟福的 α 粒子散射实验导致发现了原子具有核式结构，故 D 正确；

故选 D。

30.2020 山东卷第 2 题

2. 氚核 ${}^3_1\text{H}$ 发生 β 衰变成为氦核 ${}^3_2\text{He}$ 。假设含氚材料中 ${}^3_1\text{H}$ 发生 β 衰变产生的电子可以全部定向移动，在 $3.2 \times 10^4 \text{ s}$ 时间内形成的平均电流为 $5.0 \times 10^{-8} \text{ A}$ 。已知电子电荷量为 $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ，在这段时间内发生 β 衰变的氚核 ${}^3_1\text{H}$ 的个数为（ ）

- A. 5.0×10^{14} B. 1.0×10^{16} C. 2.0×10^{16} D. 1.0×10^{18}

【答案】B

【解析】根据 $I = \frac{q}{t} = \frac{ne}{t}$

可得产生的电子数为 $n = \frac{It}{e} = \frac{5.0 \times 10^{-8} \times 3.2 \times 10^4}{1.6 \times 10^{-19}} = 10^{16}$ 个

因在 β 衰变中，一个氚核产生一个电子，可知氚核的个数为 1.0×10^{16} 个。

故选 B。

31.2020 上海等级考第 1 题

1、 β 射线的本质是()

- (A)原子核放出的电子流
- (B)原子核外电子电离形成的电子流
- (C)原子核放射出的电磁波
- (D)原子核外电子受激发产生的电磁波

[答案] A

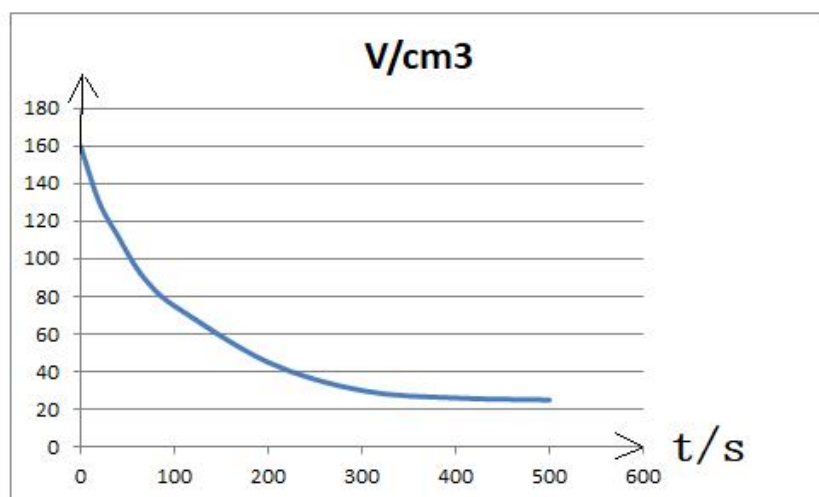
【解析】原子核内中子变质子放出电子，发生衰变，电子流即 β 射线。

[考察知识]三种射线的本质。

[核心素养]物理观念

32.2020 上海等级考第 17 题

17、倒入容器中的啤酒会形成大量泡沫。将啤酒倒入量筒中。结果表明量筒中的泡沫破裂与原子核衰变遵循同样的统计规律。量筒中液面上的泡沫体积 V 随时间 t 的变化如图所示，则泡沫上表面下降的速度随时间(填写“增大”“减小”或“不变”)。假设泡沫均匀分布，量筒中泡沫从 $t=0$ 开始，经过 1.5 个半衰期后剩下的体积为_____ cm^3 。



[答案]减小， 51.16cm^3

【解析】因为衰变越来越慢，所以泡沫上表面下降的速度随时间减小。

根据衰变公式 $V = V_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{\tau}}$ ，本题 $V_0 = 160\text{cm}^3$ ， $\frac{t}{\tau} = \frac{3}{2}$ ，所以

$$V = 160 \times \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{3}{2}} = 160 \times \frac{\sqrt{2}}{4} = 56.56 \text{ cm}^3。$$

[考察知识]半衰期的公式。

[核心素养]科学思维(类似思想)

33.2020 浙江第 5 题

5. 下列说法正确的是 ()

- A. 质子的德布罗意波长与其动能成正比
- B. 天然放射的三种射线, 穿透能力最强的是 α 射线
- C. 光电效应实验中的截止频率与入射光的频率有关
- D. 电子束穿过铝箔后的衍射图样说明电子具有波动性

【答案】D

【解析】A. 由公式 $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}}$, 可知质子的德布罗意波长 $\lambda \propto \frac{1}{p}$, $\lambda \propto \frac{1}{\sqrt{E_k}}$, 故

A 错误;

B. 天然放射的三种射线, 穿透能力最强的是 γ 射线, 故 B 错误;

C. 由 $E_k = h\nu - W$, 当 $h\nu_0 = W$, 可知截止频率与入射光频率无关, 由材料决定, 故 C 错误;

D. 电子束穿过铝箔后的衍射图样说明电子具有波动性, 故 D 正确。

故选 D。

34.2020 浙江第 14 题

14. 太阳辐射的总功率约为 $4 \times 10^{26} \text{ W}$, 其辐射的能量来自于聚变反应。在聚变反应中, 一个质量为 $1876.1 \text{ MeV}/c^2$ (c 为真空中的光速) 的氘核 (${}^2_1\text{H}$) 和一个质量为 $2809.5 \text{ MeV}/c^2$ 的氚核 (${}^3_1\text{H}$) 结合为一个质量为 $3728.4 \text{ MeV}/c^2$ 的氦核 (${}^4_2\text{He}$), 并放出一个 X 粒子, 同时释放大约 17.6 MeV 的能量。下列说法正确的是 ()

- A. X 粒子是质子
- B. X 粒子的质量为 $939.6 \text{ MeV}/c^2$
- C. 太阳每秒因为辐射损失的质量约为 $4.4 \times 10^9 \text{ kg}$

D. 太阳每秒因为辐射损失的质量约为 $17.6\text{MeV}/c^2$

【答案】BC

【解析】A. 由质量数和电荷数守恒可知，X 的质量数为 1，电荷数为 0，则 X 为中子，选项 A 错误；

B. 根据能量关系可知 $m_n c^2 = 1876.1 + 2809.5 - 3728.4 - 17.6$ 解得 $m_n = 939.6\text{MeV}/c^2$ ，B 正确；

C. 太阳每秒放出的能量 $E = Pt = 4 \times 10^{26}\text{J}$

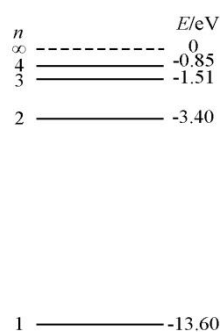
损失的质量 $\Delta m = \frac{E}{c^2} = \frac{4 \times 10^{26}}{(3 \times 10^8)^2} \text{kg} \approx 4.4 \times 10^9 \text{kg}$ ，C 正确；

D. 因为 $E = 4 \times 10^{26}\text{J} = \frac{4 \times 10^{26}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{eV} = 2.5 \times 10^{45} \text{eV} = 2.5 \times 10^{39} \text{MeV}$

则太阳每秒因为辐射损失的质量为 $\Delta m = \frac{E}{c^2} = 2.5 \times 10^{39} \text{MeV}/c^2$ ，D 错误。

故选 BC。

35.. 2019年全国1卷14题. 氢原子能级示意图如图所示。光子能量在 $1.63\text{eV} \sim 3.10\text{eV}$ 的光为可见光。要使处于基态 ($n=1$) 的氢原子被激发后可辐射出可见光光子，最少应给氢原子提供的能量为



A. 12.09eV B. 10.20eV C. 1.89eV D. 1.51eV

【答案】14. A

【解析】光子从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=2$ 能级时产生的光是可见光，因为 $-1.51 - (-3.40) = 1.89\text{eV}$ 。

光子能量在1.63 eV~3.10 eV之间。要使处于基态（ $n=1$ ）的氢原子被激发后跃迁到 $n=3$ 能级，可辐射出可见光光子，最少应给氢原子提供的能量为 $-1.51 - (-13.6) = 12.09 \text{ eV}$ ，答案为A。

36. 2019年全国2卷15题. 太阳内部核反应的主要模式之一是质子-质子循环，循环的结果可表示为 $4 {}_1^1\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + 2 {}_1^0\text{e} + 2\nu$ ，已知 ${}_1^1\text{H}$ 和 ${}_2^4\text{He}$ 的质量分别为 $m_p = 1.0078\text{u}$ 和 $m_\alpha = 4.0026\text{u}$ ， $1\text{u} = 931\text{MeV}/c^2$ ， c 为光速。在4个 ${}_1^1\text{H}$ 转变成1个 ${}_2^4\text{He}$ 的过程中，释放的能量约为

- A. 8 MeV A. 16 MeV A. 26 MeV A. 52 MeV

【答案】15. C

【解析】质量亏损 $\Delta m = 4m_p - m_\alpha = 4 \times 1.0078\text{u} - 4.0026\text{u} = 0.0286\text{u}$

$\Delta E = 931 \times 0.0286 \text{ MeV} = 26 \text{ MeV}$, C正确。

37. 2019年北京卷19题. 光电管是一种利用光照射产生电流的装置，当入射光照在管中金属板上时，可能形成光电流。表中给出了6次实验的结果。

组	次	入射光子的能量/eV	相对光强	光电流大小/mA	逸出光电子的最大动能/eV
第一组	1	4.0	弱	29	0.9
	2	4.0	中	43	0.9
	3	4.0	强	60	0.9
第二组	4	6.0	弱	27	2.9
	5	6.0	中	40	2.9
	6	6.0	强	55	2.9

由表中数据得出的论断中不正确的是

- A. 两组实验采用了不同频率的入射光
 B. 两组实验所用的金属板材质不同
 C. 若入射光子的能量为5.0 eV，逸出光电子的最大动能为1.9 eV
 D. 若入射光子的能量为5.0 eV，相对光强越强，光电流越大

【答案】19. B

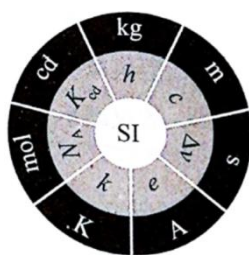
【解析】逐项研究

A. 根据 $\varepsilon = h\nu$ ，因为入射光子的能量（ ε ）不等，所以频率（ ν ）不等，A正确。

B. 根据爱因斯坦光电效应方程 $E_{km} = h\nu - W_0$ ，第一组 $W_{01} = 4.0 - 0.9 = 3.1 \text{ eV}$ ，第二组

$W_{02} = 6.0 - 2.9 = 3.1 \text{ eV}$ ，所以两组实验所用的金属板材质相同，B错误，本题选B。C、D也正确。

38. 2019年北京卷20题 国际单位制（缩写SI）定义了米（m）、秒（s）等7个基本单位，其他单位均可由物理关系导出。例如，由m和s可以导出速度单位 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。历史上，曾用“米原器”定义米，用平均太阳日定义秒。但是，以实物或其运动来定义基本单位会受到环境和测量方式等因素的影响，而采用物理常量来定义则可避免这种困扰。1967年用铯-133原子基态的两个超精细能级间跃迁辐射的频率 $\Delta\nu=9\,192\,631\,770\text{ Hz}$ 定义s；1983年用真空中的光速 $c=299\,792\,458\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 定义m。2018年第26届国际计量大会决定，7个基本单位全部用基本物理常量来定义（对应关系如图，例如，s对应 $\Delta\nu$ ，m对应 c ）。新SI自2019年5月20日（国际计量日）正式实施，这将对科学和技术发展产生深远影响。下列选项不正确的是



- A. 7个基本单位全部用物理常量定义，保证了基本单位的稳定性
- B. 用真空中的光速 $c\text{ (m}\cdot\text{s}^{-1}\text{)}$ 定义m，因为长度 l 与速度 v 存在 $l=vt$ ，而s已定义
- C. 用基本电荷 $e\text{ (C)}$ 定义安培（A），因为电荷量与电流 I 存在 $I=q/t$ ，而s已定义
- D. 因为普朗克常量 $h\text{ (J}\cdot\text{s)}$ 的单位中没有kg，所以无法用它来定义质量单位

【答案】20. D

【解析】普朗克光子能量公式 $\varepsilon = h\nu$ ，所以 h 的单位为 $\text{J}\cdot\text{s}$ ，而 $1\text{ J} = 1\text{ N}\cdot\text{m} = 1\text{ kgm}^2/\text{s}^2$ ，其中有kg，所以D错误，本题选D。

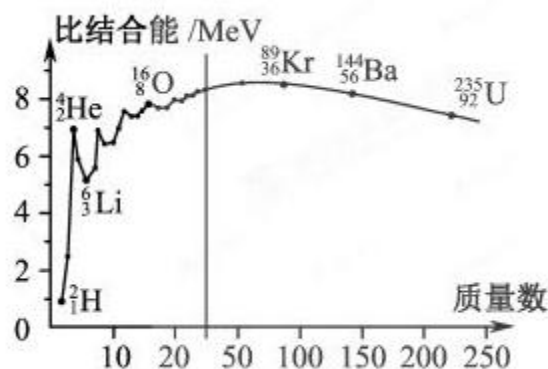
39. 2019年天津卷6题 我国核聚变反应研究大科学装置“人造太阳”2018年获得重大突破，等离子体中心电子温度首次达到1亿度，为人类开发利用核聚变能源奠定了重要的技术基础。下列关于聚变的说法正确的是（ ）



- A.核聚变比核裂变更为安全、清洁
 B.任何两个原子核都可以发生聚变
 C.两个轻核结合成质量较大的核，总质量较聚变前增加
 D.两个轻核结合成质量较大的核，核子的比结合能增加

【答案】 6.AD

【解析】根据比结合能曲线（如下图，教科书有），D 正确，根据质量亏损，C 错误。



40. 2019年江苏省卷12题. (2) 100年前，卢瑟福用 α 粒子轰击氮核打出了质子。后来，人们用 α 粒子轰击 ${}^{60}_{28}\text{Ni}$ 核也打出了质子： ${}^4_2\text{He}+{}^{60}_{28}\text{Ni}\rightarrow{}^{62}_{29}\text{Cu}+{}^1_1\text{H}+\text{X}$ ；该反应中的X是_____（选填“电子”“正电子”或“中子”）。此后，对原子核反应的持续研究为核能利用提供了可能。目前人类获得核能的主要方式是_____（选填“核衰变”“核裂变”或“核聚变”）。

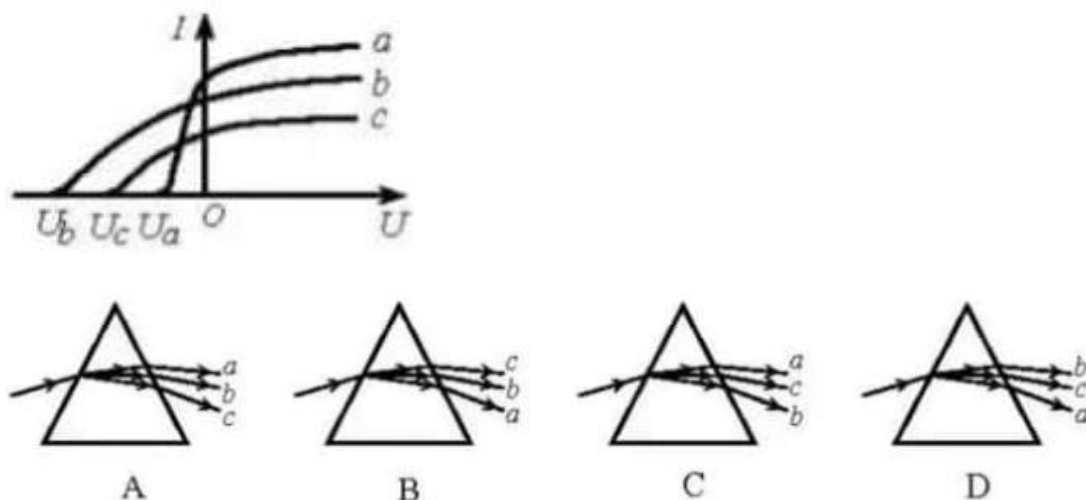
(3) 在“焊接”视网膜的眼科手术中，所用激光的波长 $\lambda=6.4\times 10^{-7}\text{ m}$ ，每个激光脉冲的能量 $E=1.5\times 10^{-2}\text{ J}$ 。求每个脉冲中的光子数目。（已知普朗克常量 $h=6.63\times 10^{-34}\text{ J}\cdot\text{s}$ ，光速 $c=3\times 10^8\text{ m/s}$ 。计算结果保留一位有效数字）

【答案】 12. (2) 中子 核裂变

(3) 光子能量 $\varepsilon = \frac{hc}{\lambda}$ 光子数目 $n = \frac{E}{\varepsilon}$ ，代入数据得 $n=5\times 10^{16}$

【解析】(1) 动量守恒 $0=MV+mv'$ ，解得 $v'=-\frac{MV}{m}$ ，大小为B。

41. 2019 年天津卷 5 题. 如图为 a 、 b 、 c 三种光在同一光电效应装置中测的光电流和电压的关系。由 a 、 b 、 c 组成的复色光通过三棱镜时，下述光路图中正确的是（ ）



【答案】 5.C

【解析】根据题图知，截止电压大小 $U_b > U_c > U_a$ ，根据爱因斯坦光电效应方程

$$eU = \frac{1}{2}mv^2 = h\nu - W_0, \text{ 所以光的频率 } \nu_b > \nu_c > \nu_a, \text{ 则光的折射率 } n_b > n_c > n_a, \text{ 所以}$$

通过三棱镜后，b 发生偏折最大，所以选 C.

42. 2018 年全国 2 卷 17 题.

用波长为 300 nm 的光照射锌板，电子逸出锌板表面的最大初动能为 $1.28 \times 10^{-19} \text{ J}$ 。已知普朗克常量为 $6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ ，真空中的光速为 $3.00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ，能使锌产生光电效应的单色光的最低频率约为

- A. $1 \times 10^{14} \text{ Hz}$ B. $8 \times 10^{14} \text{ Hz}$ C. $2 \times 10^{15} \text{ Hz}$ D. $8 \times 10^{15} \text{ Hz}$

【解析】根据爱因斯坦光电效应方程 $E_{km} = h\frac{c}{\lambda} - W_0$ 即 $W_0 = h\nu_{\min}$ 得 $\nu_{\min} = \frac{c}{\lambda} - \frac{E_{km}}{h}$ ，代

入数据得 $\nu_{\min} = 8 \times 10^{14} \text{ Hz}$ 。

【答案】 17. B

43. 2018 年全国 3 卷 14 题.

1934 年，约里奥-居里夫妇用 α 粒子轰击铝核 ${}_{13}^{27}\text{Al}$ ，产生了第一个人工放射性核素 X：

$\alpha + {}_{13}^{27}\text{Al} \rightarrow \text{n} + \text{X}$ 。X 的原子序数和质量数分别为

- A. 15 和 28 B. 15 和 30 C. 16 和 30 D. 17 和 31

【解析】核反应方程 ${}^4_2\text{He} + {}^{27}_{13}\text{Al} \rightarrow {}^1_0\text{n} + {}^{30}_{15}\text{X}$

【答案】14. B

44. 2018 年全国 2 卷第 17 题

17. 用波长为 300 nm 的光照射锌板, 电子逸出锌板表面的最大初动能为 1.28×10^{-19} J。已知普朗克常量为 6.63×10^{-34} J·s, 真空中的光速为 3.00×10^8 m·s⁻¹, 能使锌产生光电效应的单色光的最低频率约为

- A. 1×10^{14} Hz B. 8×10^{14} Hz C. 2×10^{15} Hz D. 8×10^{15} Hz

【解析】根据爱因斯坦光电效应方程 $E_{km} = h\frac{c}{\lambda} - W_0$ 即 $W_0 = h\nu_{\min}$ 得 $\nu_{\min} = \frac{c}{\lambda} - \frac{E_{km}}{h}$, 代

入数据得 $\nu_{\min} = 8 \times 10^{14}$ Hz。

【答案】17. B

45. 2018 年天津第 5 题

5. 氢原子光谱在可见光区域内有四条谱线 H_α 、 H_β 、 H_γ 、 H_δ , 都是氢原子中电子从量子数 $n > 2$ 的能级跃迁到 $n=2$ 的能级发出的光, 它们在真空中的波长由长到短, 可以判定

- A. H_α 对应的前后能级之差最小
B. 同一介质对 H_α 的折射率最大
C. 同一介质中 H_δ 的传播速度最大
D. 用 H_γ 照射某一金属能发生光电效应, 则 H_β 也一定能

【解析】 H_α 的波长最长, 根据 $c = \lambda\nu$, 所以频率最小, 根据 $h\nu = E_n - E_m$ ($n > m$), 所以 H_α 对应的前后能级之差最小, A 正确; 同一介质对 H_α 的折射率 n 最小, B 错误; 根据 $\nu = \frac{c}{n}$, 同一介质中 H_δ 的传播速度最小, C 错误; 因为 $\nu_{H_\beta} < \mu_{H_\gamma}$, 根据爱因斯坦光电效

应方程 $\frac{1}{2}mv^2 = h\nu - W_0$, 用 H_γ 照射某一金属能发生光电效应, 则 H_β 也一定能, D 错误。

【答案】5. A

46. 2018 年天津第 1 题

1. 国家大科学过程——中国散裂中子源 (CSNS) 于 2017 年 8 月 28 日首次打靶成功, 获得中子束流, 可以为诸多领域的研究和工业应用提供先进的研究平台, 下列核反应中

放出的粒子为中子的是



- A. ${}^{14}_7\text{N}$ 俘获一个 α 粒子, 产生 ${}^{17}_8\text{O}$ 并放出一个粒子
B. ${}^{27}_{13}\text{Al}$ 俘获一个 α 粒子, 产生 ${}^{30}_{15}\text{P}$ 并放出一个粒子
C. ${}^{11}_5\text{B}$ 俘获一个质子, 产生 ${}^8_4\text{Be}$ 并放出一个粒子
D. ${}^6_3\text{Li}$ 俘获一个质子, 产生 ${}^3_2\text{He}$ 并放出一个粒子

【解析】

- A. ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$
B. ${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{30}_{15}\text{P} + {}^0_{-1}\text{e}$
C. ${}^{15}_5\text{B} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^8_4\text{H} + {}^4_2\text{He}$
D. ${}^6_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^2_2\text{He} + {}^4_2\text{He}$

【答案】1. B 高考时写过 B 就可得到答案, 不必写 C 和 D.

47. 2018年江苏12C. [选修3-5] (12分)

- (1) 已知A和B两种放射性元素的半衰期分别为T和2T, 则相同质量的A和B经过2T后, 剩下的A和B质量之比为_____.

(A) 1:4 (B) 1:2 (C) 2:1 (D) 4:1

【解析】 $m = m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$ 。

【答案】12C. (1) B

- (2) 光电效应实验中, 用波长为 λ_0 的单色光A照射某金属板时, 刚好有光电子从金属表面逸出. 当波长为 $\frac{\lambda_0}{2}$ 的单色光B照射该金属板时, 光电子的最大初动能为_____, A、B两种光子的动量之比为_____. (已知普朗克常量为h、光速为c)

【解析】根据爱因斯坦光电效应方程 $E_k = h\nu - W_0$, $W_0 = h\nu_0$, $c = \lambda\nu$ 及 $\lambda = \frac{h}{p}$ 可得答案。

【答案】12C. (2) $\frac{hc}{\lambda_0}$ 1:2

48. 2018 年海南物理卷第 4 题

4. 已知 ${}_{90}^{234}\text{Th}$ 的半衰期为 24 天。4g ${}_{90}^{234}\text{Th}$ 经过 72 天还剩下

A. 0 B. 0.5g C. 1g D. 1.5g

4. 【解析】 $m = m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} = 4 \times \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{72}{24}} \text{g} = 0.5\text{g}$, B 正确。

【答案】B
