

仪征中学高三物理基础回归模块一

光及其应用 原子与原子核 波粒二象性

一、单项选择题：本题共 12 小题，每小题 3 分，共 36 分。请将正确答案填在后面表格内。

1. 卢瑟福通过对 α 粒子散射实验结果的分析，提出了原子内部存在

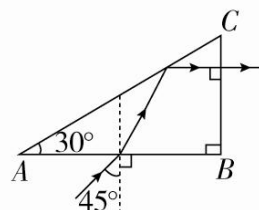
- A. 电子 B. 中子 C. 质子 D. 原子核

2. 放射性元素 A 经过 2 次 α 衰变和 1 次 β 衰变后生成一新元素 B，则元素 B 在元素周期表中的位置较元素 A 的位置向前移动了

- A. 1 位 B. 2 位 C. 3 位 D. 4 位

3. 如图所示，在空气中有一直角棱镜 ABC， $\angle A = 30^\circ$ ，一束单色光从 AB 边射入棱镜，入射角为 45° ，最后垂直于 BC 边射出棱镜，则该棱镜的折射率为

- A. $\frac{\sqrt{2}}{2}$ B. $\sqrt{2}$
C. 1.5 D. $\sqrt{3}$



4. ^{14}C 发生放射性衰变为 ^{14}N ，半衰期约为 5700 年。已知植物存活其间，其体内 ^{14}C 与 ^{12}C 的比例不变；生命活动结束后， ^{14}C 的比例持续减少。现通过测量得知，某古木样品中 ^{14}C 的比例正好是现代植物所制样品的二分之一。下列说法中正确的是

- A. 该古木的年代距今约为 11400 年
B. ^{12}C 、 ^{13}C 、 ^{14}C 具有相同的中子数
C. ^{14}C 衰变为 ^{14}N 的过程中放出 β 射线
D. 增加样品测量环境的压强将加速 ^{14}C 的衰变

5. 一个德布罗意波波长为 λ_1 的中子和另一个德布罗意波波长为 λ_2 的氘核同向正碰后结合成一个氚核，该氚核的德布罗意波波长为

- A. $\frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2}$ B. $\frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2}$ C. $\frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2}$ D. $\frac{\lambda_1 - \lambda_2}{2}$

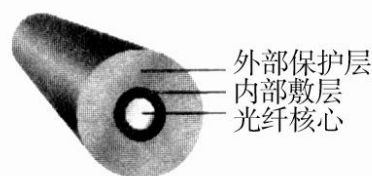
6. 大科学工程“人造太阳”主要是将氘核聚变反应释放的能量用来发电。氘核聚变反应方程是 $^2_1\text{H} + ^2_1\text{H} \rightarrow ^3_2\text{He} + ^1_0\text{n}$ 。已知 ^2_1H 的质量为 2.013 6 u， ^3_2He 的质量为 3.015 0 u， ^1_0n 的质量为 1.008 7 u， $1 \text{ u} = 931.5 \text{ MeV}/c^2$ 。氘核聚变反应中每个核子平均释放的核能约为

- A. 3.7 MeV B. 3.3 MeV C. 0.93 MeV D. 0.82 MeV

7. 如图所示，一条圆柱形的光导纤维，长为 L ，它的内芯的折射率为 n_1 ，内部敷层的折射率为 n_2 ，光在空气中的传播速度为 c ，若光从它的一端射入经全反射后从另一端射出所需的最长时间为 t ，这时全反射的临界角 C ，满足 $\sin C = \frac{n_2}{n_1}$ ，则下列说法中正确的是

满足 $\sin C = \frac{n_2}{n_1}$ ，则下列说法中正确的是

- A. $n_1 > n_2$, $t = \frac{n_1 L}{n_2 c}$
B. $n_1 < n_2$, $t = \frac{n_1 L}{n_2 c}$
C. $n_1 > n_2$, $t = \frac{n_1^2 L}{n_2 c}$
D. $n_1 < n_2$, $t = \frac{n_1^2 L}{n_2 c}$



8. 以往我们认识的光电效应是单光子光电效应，即一个电子在极短时间内只能吸收到一个光子而从金属表面逸出。强激光的出现丰富了人们对于光电效应的认识，用强激光照射金属，由于其光子密度极大，一个电子在极短时间内吸收多个光子成为可能，从而形成多光子光电效应，这已被实验证实。

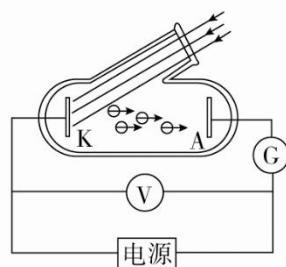
光电效应实验装置示意如图。用频率为 ν 的普通光源照射阴极 K，没有发生光电效应。换用同样频率 ν 的强激光照射阴极 K，则发生了光电效应；此时，若加上反向电压 U，即将阴极 K 接电源正极，阳极 A 接

电源负极，在 KA 之间就形成了使光电子减速的电场。逐渐增大 U ，光电流会逐渐减小；当光电流恰好减小到零时，所加反向电压 U 可能是下列的(其中 W 为逸出功， h 为普朗克常量， e 为电子电量)

- A. $U = \frac{hv - W}{e}$
 B. $U = \frac{2hv - W}{e}$
 C. $U = 2hv - W$
 D. $U = \frac{5hv - W}{2e}$

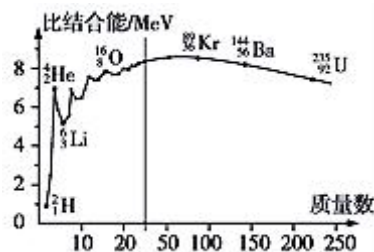
9. 下列说法正确的是

- A. 卢瑟福的原子理论成功地解释了氢原子光谱的实验规律
 B. 康普顿效应表明光子只具有能量，不具有动量
 C. 玻尔根据 α 粒子散射实验提出了原子的核式结构模型
 D. 德布罗意指出微观粒子的动量越大，其对应的波长就越短

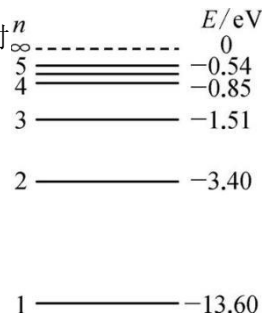


10. 原子核的比结合能曲线如图所示，根据该曲线，下列判断中正确的有. B

- A. ${}^4_2\text{He}$ 核的结合能约为 14 MeV
 B. ${}^4_2\text{He}$ 核比 ${}^6_3\text{Li}$ 核更稳定
 C. 两个 ${}^2_1\text{H}$ 核结合成 ${}^4_2\text{He}$ 核时吸收能量
 D. ${}^{235}_{92}\text{U}$ 核中核子的平均结合能比 ${}^{89}_{36}\text{Kr}$ 核中的大



11. 如图所示为氢原子能级示意图，现有一个氢原子处于 $n=4$ 的激发态，当向低能级跃迁时辐射出若干不同频率的光. 下列说法中正确的是()
- A. 这些氢原子总共可辐射出6种不同频率的光
 B. 由 $n=2$ 能级跃迁到 $n=1$ 能级产生的光频率最小
 C. 由 $n=4$ 能级跃迁到 $n=1$ 能级的过程中，原子的能量在增加
 D. 用 $n=2$ 能级跃迁到 $n=1$ 能级辐射出的光照射逸出功为 6.34 eV 的金属铂能发生光电效应



12. 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

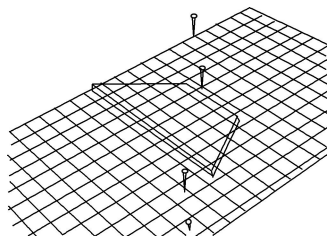
由表中数据得出的论断中错误的是

- 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

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
答案												

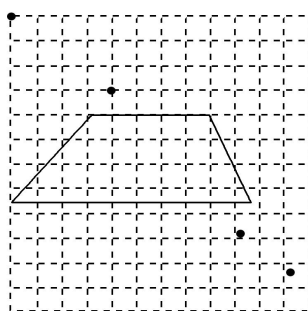
三、非选择题：本题共 6 小题，共 64 分。

13. (6 分) 在“测定玻璃的折射率”实验中，某同学经正确操作插好了 4 枚大头针，如图甲所示。



图甲

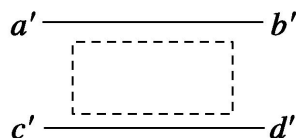
(1) 在图乙中画出完整的光路图；



图乙

(2) 对你画出的光路图进行测量和计算，求得该玻璃砖的折射率 $n = \underline{\hspace{2cm}}$ (保留 3 位有效数字)；

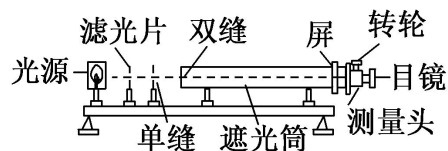
(3) 你在做实验时，为了避免笔尖接触玻璃砖的界面，画出的 $a'b'$ 和 $c'd'$ 都比实际界面向外侧平移了一些，如图乙所示，以后的操作均正确，画光路图时将入射点和折射点都确定在 $a'b'$ 和 $c'd'$ 上，则所测得的 n 值将



14. (6 分) 某同学利用图示装置测量某种单色光的波长。实验时，接通电源使光源正常发光；调整光路，使得从目镜中可以观察到干涉条纹。回答下列问题：

(1) 若想增加从目镜中观察到的条纹个数，该同学可

- A. 将单缝向双缝靠近
- B. 将屏向靠近双缝的方向移动
- C. 将屏向远离双缝的方向移动
- D. 使用间距更小的双缝



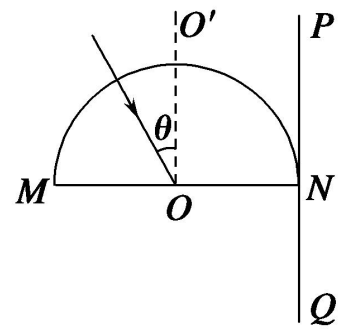
(2) 在双缝干涉实验中，分别用红色和绿色的激光照射同一双缝，在双缝后的屏幕上，红光的干涉条纹间距 Δx_1 与绿光的干涉条纹间距 Δx_2 相比， Δx_1 (填“>”“=”或“<”) Δx_2 ；

(3) 若双缝的间距为 d ，屏与双缝间的距离为 l ，测得第 1 条暗条纹到第 n 条暗条纹之间的距离为 Δx ，则单色光的波长 $\lambda = \underline{\hspace{2cm}}$

15. (12 分) 如图为半径为 R 的固定半圆形玻璃砖的横截面， O 点为圆心， OO' 为直径 MN 的垂线。足够大的光屏 PQ 紧靠在玻璃砖的右侧且与 MN 垂直。一束复色光沿半径方向与 OO' 成 $\theta = 30^\circ$ 角射向 O 点，已知复合光包含有折射率从 $n_1 = \sqrt{2}$ 到 $n_2 = \sqrt{3}$ 的光束，因而光屏上出现了彩色光带。

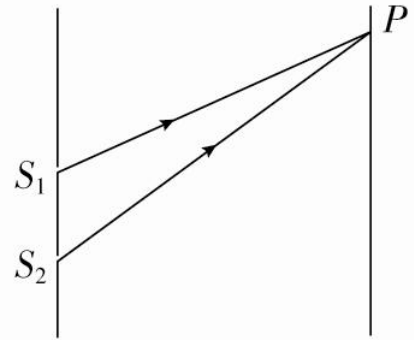
(1) 求彩色光带的宽度；

(2) 当复色光入射角逐渐增大时，光屏上的彩色光带将变成一个光点，求 θ 角至少为多少？



16. (12分) 在磁感应强度为 B 的匀强磁场中，一个静止的放射性原子核发生了一次 α 衰变。放射出的 α 粒子 (${}^4_2\text{He}$) 在与磁场垂直的平面内做圆周运动，其轨道半径为 R 。以 m 、 q 分别表示 α 粒子的质量和电荷量。
- (1) 放射性原子核用 ${}^A_Z\text{X}$ 表示，新核的元素符号用 Y 表示，写出该 α 衰变的核反应方程。
 - (2) 设该衰变过程释放的核能都转为为 α 粒子和新核的动能，新核的质量为 M ，求衰变过程的质量亏损 Δm 。

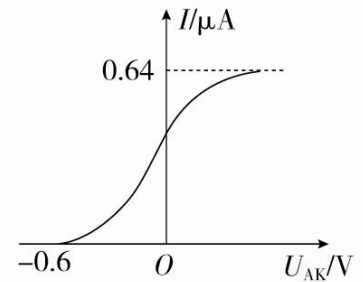
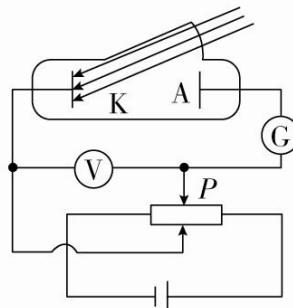
17. (14分) 如图所示, 在双缝干涉实验中, S_1 和 S_2 为双缝, P 是光屏上的一点, 已知 P 点与 S_1 、 S_2 的距离之差为 $2.1 \times 10^{-6} \text{ m}$, 分别用 A 、 B 两种单色光在空气中做双缝干涉实验, 问:



- (1) 已知 A 光在折射率为 $n=1.5$ 的介质中的波长为 $4 \times 10^{-7} \text{ m}$; P 点是亮条纹还是暗条纹?
- (2) 已知 B 光在某种介质中波长为 $3.15 \times 10^{-7} \text{ m}$, 当 B 光从这种介质射向空气时, 临界角为 37° ; P 点是亮条纹还是暗条纹?
- (3) 若用 A 光照射时, 把其中一条缝遮住, 试分析光屏上能观察到的现象。

18. (14分) 如图甲所示是研究光电效应规律的光电管。用波长 $\lambda=0.50 \mu\text{m}$ 的绿光照射阴极 K , 实验测得流过表的电流 I 与 AK 之间的电势差 U_{AK} 满足如图乙所示规律, 取 $h=6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ 。结合图象, 求: (结果保留两位有效数字)

- (1) 每秒钟阴极发射的光电子数和;
- (2) 光电子飞出阴极 K 时的最大动能;
- (3) 该阴极材料的极限波长。



甲

乙