# 第 6 章 波粒二象性 章末练习

## 科学认知

1．关于物质波，下列说法正确的是

A．质量大的物体，其物质波波长短 B．速度大的物体，其物质波波长短

C．动量大的物体，其物质波波长短 D．动能大的物体，其物质波波长短

【参考解答】C

2．下表给出了一些金属材料的逸出功。已知普朗克常量 *h* = 6.6×10−34 J·s，光速 *c* =3.0×108 m/s，现用波长为 400 nm 的单色光照射下述材料，能产生光电效应的材料有几种？

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 材料 | 铯 | 钙 | 镁 | 铍 | 钛 |
| 逸出功 /×10−19 J | 3.0 | 4.3 | 5.9 | 6.2 | 6.6 |

【参考解答】铯和钠 2 种。

3．利用光电管研究光电效应的实验电路如图所示。用频率为 *ν* 的可见光照射阴极 K，电流计中有电流通过，则

P

A

B

G

K

A．用紫外光照射 K，电流计中不一定有电流通过

B．用红外光照射 K，电流计中一定没有电流通过

C．用频率为 *ν* 的可见光照射 K，滑动变阻器的滑片移到 A 端，电流计中一定有电流通过

D．用频率为 *ν* 的可见光照射 K，滑动变阻器的滑片向 B 端滑动时，电流计示数可能不变

【参考解答】D

4．一束复色光通过三棱镜后分解成两束单色光 a、b，如图所示。下列说法正确的是

a

b

*i*

A．若增大入射角 *i*，则 b 光先消失

B．在该三棱镜中 a 光波长小于 b 光波长

C．a 光能发生偏振现象，b 光不能发生偏振现象

D．若 a、b 光分别照射同一光电管都能发生光电效应，则 a 光的遏止电压低

【参考解答】D

5．由于电子的物质波波长比可见光的波长更短，电子显微镜在科学研究中有非常重要的作用。已知电子的质量为 9.1×10−31 kg，为了使电子具有的物质波波长为 20.0 nm，若电子从静止开始加速，需给予它多大的加速电压？

【参考解答】3.77×10−3 V

6．分别用真空中波长为 *λ* 和 *λ* 的单色光照射同一金属板，发射出的光电子的最大初动能之比为 1∶2。若以 *h* 表示普朗克常量，*c* 表示真空中的光速，则此金属的逸出功为多少？

【参考解答】*W* =

7．在光电效应实验中，某金属的极限频率对应的光在真空中波长为 *λ*0。已知电子的电荷量、真空中的光速和普朗克常量分别为 *e*、*c* 和 *h*，该金属的逸出功为多少？若用真空中波长为 *λ*（*λ* ＜ *λ*0）的单色光做实验，则其遏止电压为多少？

【参考解答】*U* = −

## 科学辨析

8．有人设想在太空中利用太阳帆船进行星际旅行。利用太空中阻力很小的特点，制作一个面积足够大的帆接收太阳光，利用光压（光对被照射物体单位面积上所施加的压力）推动太阳帆船前进。假设在太空中某位置，太阳光在单位时间内垂直通过单位面积的能量为 *E*0，太阳光波长的均值为 *λ*，光速为 *c*，太阳帆板的面积为 *A*，太阳帆船的总质量为 *M*，太阳光照射到太阳帆板上的反射率为百分之百，求太阳光的光压作用在太阳帆船上产生的最大加速度。根据上述对太阳帆船的了解及所学过的知识，请简单说明太阳帆船设想的可能性及困难（至少两条）。

【参考解答】*a* =

困难：一是单位面积上的光压很小，为获得足够的动力，需要制造很轻很大的太空帆，从制造到送入太空、在太空中展开，这些工作都存在困难；二是太空帆不仅会接收到太阳光，也会受到深空来自宇宙的带电粒子的干扰；三是利用光压改变飞船的飞行方向在技术上也存在一定的困难；四是飞船离开星球和靠近星球时要受到星球的引力作用，此时必须依靠飞船上携带的燃料提供动力才能完成任务。

## 科技交流

9．查阅资料，了解光电效应在光电技术方面的应用，如光电管、光电开关、光控继电器、光电倍增管、光电传感器等，撰写一篇科学报告。

【参考解答】略

## 温故知新

10．当氘等离子体被加热到适当高温时，可能发生氘核参与的几种聚变反应，并释放能量。这几种反应的总效果可表示为

6 21H → *k* 42He + *d* 11H + 2 10n + 43.15 MeV

该反应方程中的 *k* 和 *d* 各为多少？质量亏损为多少？

【参考解答】*k* = 2，*d* = 2。Δ*m* = 7.67×10−29 kg

11．请根据第 4 章（原子结构）、第 5 章（原子核与核能）和第 6 章（波粒二象性）的内容，结合你的理解，画出概念图。

【参考解答】略

# 单元自我检测

**一、选择题（本题共5小题。在每小题给出的四个选项中，第1～3题只有一项符合题目要求，第4、5题有多项符合题目要求）**

1．131I 的半衰期约为 8 天。若某药物含有质量为 *m* 的 131I，经过 32 天后，该药物中 131I 的含量大约还有

A． B． C． D．

【参考解答】C

2．用光照射某种金属时逸出的光电子的最大初动能随入射光频率的变化图像如图所示。图像与横轴交点的横坐标为 4.27×1014 Hz，与纵轴交点的纵坐标为 0.5 eV。由图可知

7.0

4.0

1.0

*E*k/eV

0.8

0.6

0.4

0.2

0

4.5

5.0

5.5

6.0

6.5

*ν*/×1014 Hz

A．该金属的极限频率为 4.27×1014 Hz

B．该金属的极限频率为 5.5×1014 Hz

C．该图像的斜率的倒数表示普朗克常量

D．该金属的逸出功为 0.5 eV

【参考解答】A

3．氢原子能级的结构如图所示，现有大量的氢原子处于 *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。下列说法正确的是

1

2

3

4

∞

− 13.6

− 3.4

− 1.51

− 0.85

0

*E*/eV

*n*

A．衍射现象最明显的光来自 *n* = 4 能级到 *n* = 1 能级的跃迁

B．频率最小的光来自 *n* = 2 能级到 *n* = 1 能级的跃迁

C．这些氢原子总共可辐射出 3 种不同频率的光

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

【参考解答】BD

4．下列释放核能的反应方程，表述正确的有

A．21H + 31H → 42He + 10n 是核聚变反应

B．21H + 31H → 42He + 10n 是β衰变

C．10n + 23592U → 14156Ba + 9236Kr + 310n 是核裂变反应

D．10n + 23592U → 14054Xe + 9438Sr + 210n 是α衰变

【参考解答】AC

5．三种不同的入射光甲、乙、丙分别射在三种不同的金属 a、b、c 表面，均恰能使金属中逸出光电子。若三种入射光的波长 *λ*甲 ＞ *λ*乙 ＞ *λ*丙，则

A．用入射光甲照射金属 b 和 c，金属 b 和 c 均可发生光电效应现象

B．用入射光甲和乙照射金属 c，均可使金属 c 发生光电效应现象

C．用入射光丙照射金属 a 与 b，金属 a 和 b 均可发生光电效应现象

D．用入射光乙和丙照射金属 a，均可使金属 a 发生光电效应现象

【参考解答】CD

**二、非选择题**

6．氘核和氚核可发生热核聚变而释放出巨大的能量，该反应方程为 21H + 31H → 42He + *x*，式中 *x* 是某种粒子。已知 21H、31H、42He 和粒子 *x* 的质量分别为 2.014 1 u、3.016 0 u、4.002 6 u 和 1.008 7 u，1 u 相当于 931.5 MeV。粒子 *x* 是什么？该反应释放出的能量为多少？（结果保留 3 位有效数字）

【参考解答】*x* 是 10n。17.5 MeV

7．在光电效应实验中，当用能量为 *E* = 3.1 eV 的光照射涂有某种金属的阴极 K 时，产生光电流。若阴极 K 的电势高于阳极 A 的电势，且电势差为 0.9 V，光电流刚好截止。当阳极 A 的电势高于阴极 K 的电势，且电势差也为 0.9 V 时，光电子到达阳极 A 的最大动能是多少？此金属的逸出功是多少？

【参考解答】*E*k = 1.8 eV，W0 = 2.2 eV

8．已知某种紫光的波长是 440 nm。若将电子加速，使它的物质波波长是这种紫光波长的 。

（1）求电子的动量大小。

（2）已知电子质量 *m* = 9.1×10−31 kg，电子电荷量 *e* = 1.6×10−19 C，普朗克常量 *h* = 6.6×10−34 J·s，

试推导加速电压跟物质波波长的关系，并计算加速电压的大小。（结果保留 1 位有效数字）

【参考解答】（1）*p* ≈ 1.5×10−23 kg·m/s

（2）*U* = ≈ 8×103 V