

2018 北京 101 中学高二（下）期末

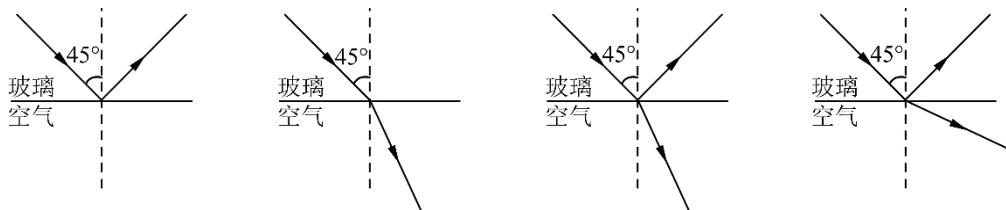
物 理

一、单项选择题（本题共 10 小题，每小题 4 分，共 40 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题意的。选对得 4 分，错选该小题不得分）

1. 关于一定质量的气体，下列叙述正确的是（ ）

- A. 气体体积增大时，其内能一定减少
- B. 外界对气体做功，气体内能一定增加
- C. 气体从外界吸收热量，其内能一定增加
- D. 气体温度升高，其分子平均动能一定增加

2. 如图 1 所示，一束光线从玻璃射向空气，入射角为 45° 。已知该束光从玻璃射向空气时的临界角为 42° ，下列四幅光路图中正确的是（ ）



A B C D

图 1

3. 下列说法正确的是（ ）

- A. 用光导纤维传播信号是利用了光的全反射
- B. 光学镜头上的增透膜利用了光的衍射现象
- C. 偏振光可以是横波，也可以是纵波
- D. 雨后天晴，马路上的油膜在阳光照耀下出现的彩色现象是光的衍射现象

4. 在光电效应实验中，先后用频率相同但光强不同的两束光照射同一个光电管。若实验 *a* 中的光强大于实验 *b* 中的光强，实验所得光电流 *I* 与光电管两端所加电压 *U* 间的关系曲线分别以 *a*、*b* 表示，则图 2 中的 *I-U* 图线可能正确的是（ ）

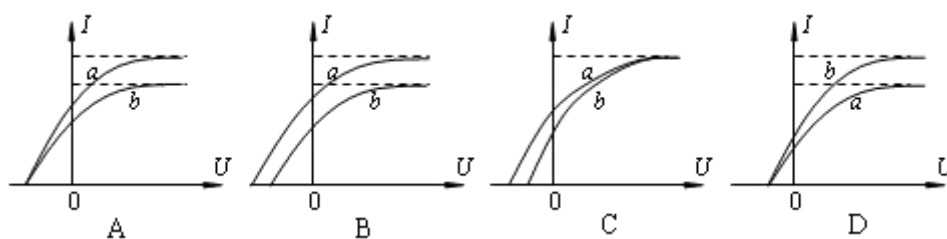


图 2

5. 根据玻尔的原子模型，一个氢原子从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=1$ 能级时，该氢原子（ ）

- A. 吸收光子，能量减小
- B. 放出光子，能量减小
- C. 放出光子，核外电子动能减小
- D. 吸收光子，核外电子动能不变

6. 对下列各原子核变化的方程，表述正确的是（ ）

- A. ${}^3_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ 是核聚变反应
- B. ${}^3_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ 是 α 衰变
- C. ${}^{82}_{34}\text{Se} \rightarrow {}^{82}_{36}\text{Kr} + 2{}^0_{-1}\text{e}$ 是核裂变反应
- D. ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{140}_{54}\text{Xe} + {}^{94}_{38}\text{Sr} + 2{}^1_0\text{n}$ 是 β 衰变

7. 麦克斯韦电磁场理论告诉我们（ ）

- A. 任何电场周围都要产生磁场
- B. 任何变化的电场都要在周围空间产生变化的磁场
- C. 任何变化的电场都要在周围空间产生恒定的磁场
- D. 周期性变化的电场要在周围空间产生周期性变化的磁场

8. 下列叙述中符合历史史实的是（ ）

- A. 玻尔理论很好地解释了氢原子的光谱
- B. 汤姆生发现电子，表明原子具有核式结构
- C. 卢瑟福根据 α 粒子散射实验的现象，提出了原子的能级假设
- D. 贝克勒尔发现了天然放射现象，并提出了原子的核式结构

9. 如图 3 甲所示，一理想变压器原、副线圈匝数之比为 55 : 6，其原线圈两端接入如图 3 乙所示的正弦交流电，副线圈通过电流表与负载电阻 R 相连。若交流电压表和交流电流表都是理想电表，则下列说法中正确的是 ()

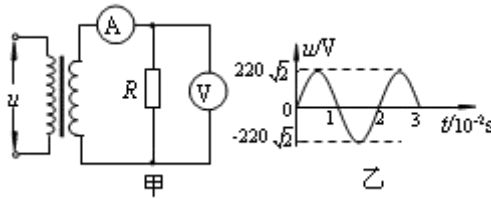


图 3

- A. 变压器输入电压的最大值是 220V
- B. 若电流表的示数为 0.50A，变压器的输入功率是 12W
- C. 原线圈输入的正弦交变电流的频率是 100Hz
- D. 电压表的示数是 $24\sqrt{2}$ V

10. 图 4 是用电流传感器（电流传感器相当于电流表，其电阻可以忽略不计）研究自感现象的实验电路，电源的电动势为 E ，内阻为 r ，自感线圈 L 的自感系数足够大，其直流电阻值大于灯泡 D 的阻值，在 $t=0$ 时刻闭合开关 S ，经过一段时间后，在 $t=t_1$ 时刻断开开关 S 。在图 5 所示的图象中，可能正确表示电流传感器记录的电流随时间变化情况的是 ()

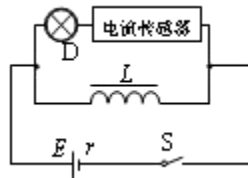


图 4

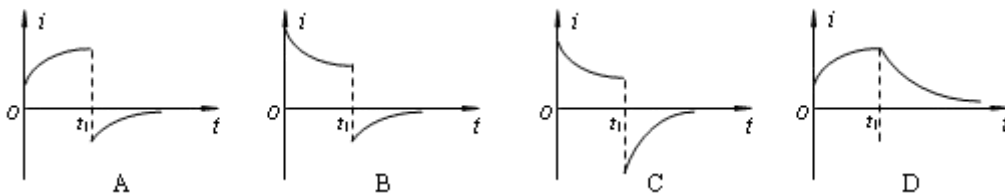


图 5

二、不定项选择题（本题共 3 小题，每小题 4 分，共 12 分。全部选对的得 4 分，选对但不全的得 2 分，有选错或不答的得 0 分。）

11. 下列说法正确的是 ()

- A. 显微镜下观察到墨水中的小炭粒在不停地做无规则运动，这反映了液体分子运动的无规则性
- B. 分子间的相互作用力随着分子间距离的增大，一定先减小后增大
- C. 在真空、高温条件下，可以利用分子扩散向半导体材料掺入其他元素
- D. 当温度升高时，物体内每一个分子热运动的速率一定都增大

12. a、b 两种单色光以相同的入射角从半圆形玻璃砖的圆心 O 射向空气，其光路如图 6 所示。下列说法正确的是 ()

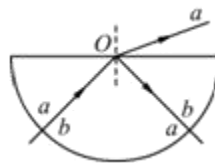


图 6

- A. a 光由玻璃射向空气发生全反射时的临界角较小
- B. 该玻璃对 a 光的折射率较小
- C. b 光的光子能量较大
- D. b 光在该玻璃中传播的速度较大

13. 静止在匀强磁场中 A 点的原子核发生 β 衰变，衰变产生的新核与电子恰在纸面内做匀速圆周运动，运动方向和轨迹示意如图 7。则 ()

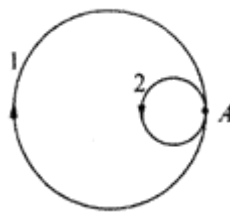


图 7

- A. 轨迹 1 是电子的，磁场方向垂直纸面向里
- B. 轨迹 2 是电子的，磁场方向垂直纸面向外
- C. 轨迹 1 是新核的，磁场方向垂直纸面向外
- D. 轨迹 2 是新核的，磁场方向垂直纸面向里

三、填空、实验题 (本题共 10 分)

14. “测定玻璃的折射率”的实验中，在白纸上放好玻璃砖， aa' 和 bb' 分别是玻璃砖与空气的两个界面，如图 8 所示。在玻璃砖的一侧插上两枚大头针 P_1 和 P_2 ，用“+”表示大头针的位置，然后在另一侧透过玻璃砖观察，并依次插上大头针 P_3 和 P_4 。在插 P_3 和 P_4 时，应使_____（选填选项前的字母）。

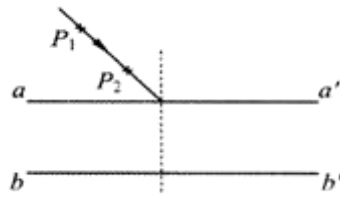


图 8

- A. P_3 只挡住 P_1 的像
- B. P_4 只挡住 P_2 的像
- C. P_3 同时挡住 P_1 、 P_2 的像
- D. P_4 同时挡住 P_1 、 P_2 、 P_3 的像

15. 用如图 9 所示的装置测光的波长。

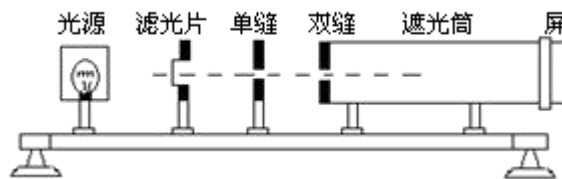


图 9

(1) 将测量头的分划板中心刻线与某条亮纹中心对齐，将该亮纹定为第 1 条亮纹，此时手轮上的示数如图 10 甲所示。然后同方向转动测量头，使分划板中心刻线与第 6 条亮纹中心对齐，记下此时图 10 乙中手轮上的示数为_____mm，求得相邻亮纹的间距 Δx 为_____mm。



图 10

(2) 已知双缝间距 $d = 2.0 \times 10^{-4} \text{m}$ ，测得双缝到屏的距离 $l = 0.700 \text{m}$ ，由计算式 $\lambda = \frac{\Delta x d}{l}$ ，求得所测红光波长为_____nm。

四、论述、计算题（本题共 5 小题，共 38 分。要求写出必要的文字说明、方程式和演算步骤。有数值计算的题，答案必须明确写出数值和单位）

16. (8分) 如图 11 所示为一交流发电机的原理示意图, 其中矩形线圈 $abcd$ 的边长 $ab=cd=50\text{cm}$, $bc=ad=20\text{cm}$, 匝数 $n=100$, 线圈的总电阻 $r=0.20\ \Omega$, 线圈在磁感强度 $B=0.050\text{T}$ 的匀强磁场中绕垂直于磁场的转轴 OO' 匀速转动, 角速度 $\omega=100\pi\ \text{rad/s}$ 。线圈两端通过电刷 E 、 F 与阻值 $R=4.8\ \Omega$ 的定值电阻连接。(计算时 π 取 3)

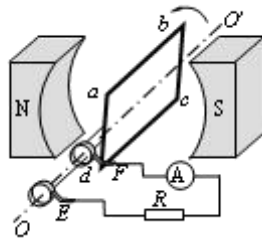


图 11

- (1) 从线圈经过中性面开始计时, 写出线圈中感应电动势随时间变化的函数表达式;
- (2) 求此发电机在上述工作状态下的电流表示数;
- (3) 求从线圈经过中性面开始计时, 经过 $\frac{1}{4}$ 周期时间通过电阻 R 的电荷量。

17. (8分) 美国物理学家密立根用精湛的技术测量光电效应中几个重要的物理量, 这项工作成了爱因斯坦方程式在很小误差范围内的直接实验证据。密立根的实验目的是: 测量金属的遏止电压 U_c 。入射光频率 ν , 由此计算普朗克常量 h , 并与普朗克根据黑体辐射得出的 h 相比较, 以检验爱因斯坦光电效应方程式的正确性。如图 12 所示, 是根据某次实验作出的 $U_c-\nu$ 图像, 电子的电荷量 $e=1.6\times 10^{-19}\text{C}$ 。试根据图像和题目中的已知条件:

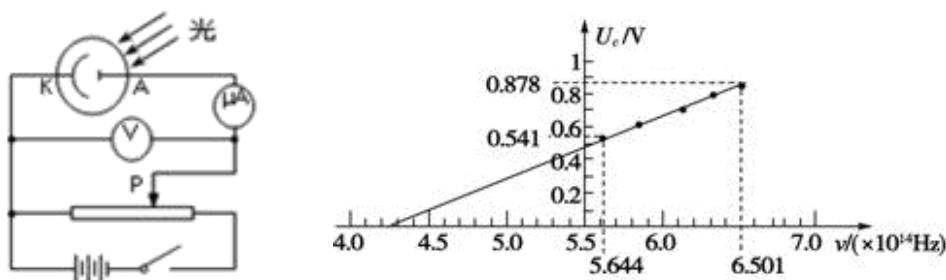


图 12

- (1) 写出爱因斯坦光电效应方程 (用 E_{km} 、 h 、 ν 、 W_0 表示);
- (2) 由图像可知这种金属的截止频率 ν_c ;
- (3) 若图像的斜率为 k , 写出普朗克常量 h 的表达式, 并根据图像中的数据求出普朗克常量 h 。

18. (8分) 一个静止的钚核 ${}_{94}^{239}\text{Pu}$ 自发衰变成一个铀核 ${}_{92}^{235}\text{U}$ 和另一个原子核 X , 并释放出一定的能量。其核衰变方程为: ${}_{94}^{239}\text{Pu} \rightarrow {}_{92}^{235}\text{U} + X$ 。

(1) 方程中的“X”为_____;

(2) 钷核的质量为 239.0522 u, 铀核的质量为 235.0439 u, X 核的质量为 4.0026 u, 已知 1u 相当于 931MeV, 则:

①该衰变过程放出的能量是多少 MeV?

②假设钷核衰变释放出的能量全部转变为铀核和 X 核的动能, 则 X 核的动能约为多少 MeV?

19. (7 分) 直流电动机的工作原理可以简化为如图 13 所示的情景, 在竖直向下的磁感应强度为 B 的匀强磁场中, 两根光滑平行金属轨道 MN 、 PQ 固定在水平面内, 相距为 L , 电阻不计。轨道端点 MP 间接有直流电源, 电源内阻不计; 电阻为 R 的金属导体棒 ab 垂直于 MN 、 PQ 放在轨道上, 与轨道接触良好, 以速度 v_0 (v_0 平行于 MN) 向右做匀速运动, 通过滑轮匀速提升重物, 电路中的电流为 I 。求:

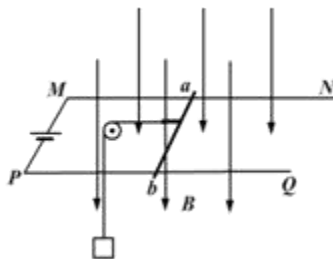


图 13

(1) 物体重力;

(2) 从宏观角度看导体棒由于运动切割磁感线, 产生动生电动势, 该电动势总是削弱电源的电动势, 我们把这个电动势称为反电动势;

①试证明: 电流克服反电动势做功的功率等于该“电动机”提升重物所增加的机械功率;

②求出该“电动机”提升重物的机械效率。

20. (7 分) 一个光源以 $P_0=1.5W$ 的功率向四周均匀地发射能量。在离光源距离 $R=3.5m$ 处放置一钾箔, 钾的逸出功 $W=2.2eV$, 假设入射光的能量是连续平稳地传给钾箔, 光的平均波长为 λ 。假设照射到钾箔上面的光能被钾箔完全吸收。

(1) 根据爱因斯坦的光子说和质能方程, 证明光子动量 $P=\frac{h}{\lambda}$, (h 是普朗克常量)。

(2) 假设照射在钾箔上的能量能被钾箔完全吸收, 求:

①钾箔在垂直入射光方向上单位面积受到光平均作用力的表达式 (用题目中的物理符号表示)。

②按照经典电磁理论, 钾箔只需吸收足够的能量就可以逐出电子, 若一个要被逐出的电子收集能量的圆形截面的半径约为一个典型原子的半径 $r=5.0 \times 10^{-11}m$, 求: 电子将被逐出的时间。根据你的计算结果, 你认为经典电磁理论在解释光电效应现象时是否合理? 谈谈你的看法。

2018 北京 101 中学高二（下）期末物理参考答案

一、单项选择题

1. D 2. A 3. A 4. A 5. B 6. A 7. D 8. A 9. B 10. B

二、不定项选择题

11. AC 12. BC 13. AD

三、填空、实验题

14. CD 15. (1) 13.870 2.310 (2) $\Delta xd/l$ 6.6×10^{-7}

四、论述、计算题

16. (1) 线圈产生感应电动势的最大值 $E_m = nB\omega ab \times bc$

解得: $E_m = 150V$ (1分)

感应电动势随时间变化的表达式 $e = E_m \sin \omega t = 150 \sin 300t$ (V) (或 $150 \sin 100\pi t$)

(2) 线圈中感应电动势的有效值 $E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = 75\sqrt{2} V$ (或 106V)

电流的有效值 $I = \frac{E}{R+r} = \frac{75\sqrt{2}}{4.8+0.2} = 15\sqrt{2} A$

(3) 根据法拉第电磁感应定律有: $\bar{E} = n \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = n \frac{B \Delta S}{\Delta t}$

根据欧姆定律有: $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{R+r} = \frac{nB \Delta S}{(R+r) \Delta t}$

解得: $q = \bar{I} \Delta t = 0.10C$

17. (1) 光电效应方程: $E_k = h\nu - w_0$

(2) 由图像可知当 $U_c = 0V$ 时, 该金属截止频率 $\nu_c = 4.27 \times 10^{14} Hz$

(3) 由光电效应方程: $k = \frac{h}{e}$ 得: $h = ke$ 即:

$h = \frac{0.878-0}{(6.501-4.27) \times 10^{14}} \times 1.6 \times 10^{-19} = 6.3 \times 10^{-34} J \cdot s$

18. (1) 2_4He

(2) ① $E = [m^1 - (m^2 + m^3)] c^2 = (239.0522 - 235.0439 - 4.0026) \times 931 \approx 5.31 \text{MeV}$

② 由 $E_k = p^2/2m$ 可得, $E_{k_{\text{轴}}}:E_{k_{\text{e}}}=m_{\text{e}}:m_{\text{轴}}=4:235$ 则 $E_{k_{\text{e}}}=5.3 \times 235/239 \approx 5.22 \text{MeV}$

19. (1) 棒 ab 受到的安培力 $F_2 = BIL$

物体重力 $G = mg = BIL$

(2) 证明: 克服反电动势做功 $w_1 = BLv_0 I \Delta t$ 电动机输入功率 $P_1 = EI$
 重物增加的机械能 $\Delta E = mgv_0 \Delta t$ 电动机输出功率 $P_2 = mgv_0$
 又因为: $mg = BIL$ 又: $I = \frac{E - BLv_0}{R}$, 得: $E = IR + BLv_0$
 所以: $w_1 = \Delta E$, 得证。
 所以: 该电动机的机械效率 $\eta = \frac{mgv_0}{EI} = \frac{BILv_0}{(IR + BLv_0)I}$

20. (1) 由: $evB = m \frac{v^2}{R}$ 得: $v = \frac{eBR}{m}$

由: $h \frac{c}{\lambda} = \frac{1}{2}mv^2 + w$, 得金属逸出功 $w = h \frac{c}{\lambda} - \frac{e^2 B^2 R^2}{2m}$

(2) ① 根据爱因斯坦光子说: $E = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$

由质能方程: $E = mc^2$, 得光子动量 $P = \frac{E}{c} = \frac{h}{\lambda}$, 得证。

② a. 钾箔在垂直入射光方向上单位面积上功率: $P_0 = \frac{P}{4\pi R^2}$

t 时间内, 钾箔单位面积上吸收个数 $N = \frac{P_0 t}{h \frac{c}{\lambda}} = \frac{P_0 \lambda t}{hc}$

光子动量 $P = \frac{h}{\lambda}$, 由动量定理:

$-Ft = 0 - N \cdot P$, 可得钾箔在垂直入射光方向上单位面积上受到光的平均作用力:

$$F = \frac{N \cdot P}{t} = \frac{\frac{P_0 \lambda t}{hc} \cdot \frac{h}{\lambda}}{t} = \frac{P_0}{c} = \frac{P}{4\pi R^2}$$

b. 一个电子在单位时间内吸收能量:

$$E_{\text{吸}} = \frac{P}{4\pi R^2} \cdot \pi r^2 = \frac{Pr^2}{4R^2}$$

逐出电子需要时间为 t, 需要能量设 E_0 , 有:

$$\frac{Pr^2}{4R^2} t = E_0 \quad \text{得: } t = \frac{4E_0 R^2}{Pr^2} = \frac{4 \times 2.2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 3.5}{1.5 \times (5 \times 10^{-11})^2} \approx 4400 \text{s}$$

由于光电效应现象中产生光电子的时间极短, 几乎不需时间累积, 因此经典电磁理论在解释光电效应现象具有局限性, 不合理。