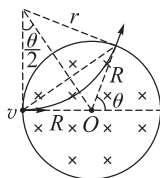


参考答案

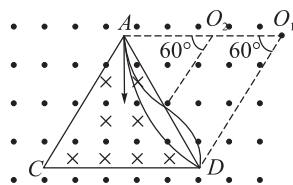
章末测试卷(一)

- B 解析:**当电流方向与磁场方向平行时,通电直导线不受安培力,A 错误;导线中定向移动的电荷受到的洛伦兹力在宏观上表现为导线受到的安培力,所以说安培力是大量运动电荷所受洛伦兹力的宏观表现,B 正确;洛伦兹力的方向与电荷运动方向始终垂直,因此洛伦兹力对电荷不做功,C 错误;通电直导线在磁场中受到的安培力方向与磁场方向垂直,D 错误.
- C 解析:**根据安培定则可知,通电导线 cd 在 a 点产生的磁场方向垂直纸面向里,通电导线 ef 在 a 点产生的磁场方向垂直纸面向外, cd 、 ef 中通有方向相反、大小相等的电流,但 a 点离 cd 较近,故 a 点的合磁场方向垂直纸面向里, a 点的磁感应强度一定不为零,故 A、D 错误;根据安培定则可知,通电导线 ef 和 cd 在 b 点产生的磁场方向相同,均为垂直纸面向外,所以 b 点的磁场方向垂直纸面向外,故 b 点的磁感应强度一定不为零,B 错误; cd 、 ef 中通的电流方向相反, ef 导线受到的安培力方向向右,C 正确.
- A 解析:**导体棒受三个力平衡,重力为恒力,支持力的方向不变,安培力的大小和方向不确定;由平衡条件知当安培力 F 平行于斜面向上时安培力最小,则 B 最小,即 $IlB = mg \sin 30^\circ$, $B = \frac{mg}{2Il}$, B 的方向应垂直于斜面向下,故 A 正确,B、C、D 错误.
- C 解析:**设三角形金属框每个边的电阻为 R ,由题意可知,电流流过 abc 时,电路中 ab 与 bc 串联,再与 ac 并联,故 $R_1 = \frac{R \cdot 2R}{R + 2R} = \frac{2R}{3}$;当电流流过 $a'b'c'$ 时,因为 $a'c'$ 间是断开的,故电路中 $a'b'$ 与 $b'c'$ 串联,故 $R_2 = 2R$,根据题意可得 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{IR_1}{IR_2} = \frac{1}{3}$,A、B 错误;由电路的结构分析可得流过 ac 的电流是流过 ab 和 bc 电流的 2 倍, ab 和 bc 的等效长度与 ac 相等,故金属框 abc 所受的安培力大小为 $F_1 = B \cdot \frac{2}{3}Il + B \cdot \frac{1}{3}Il = BIl$,同理,金属框 $a'b'c'$ 所受的安培力大小为 $F_2 = BIl$,所以 $\frac{F_1}{F_2} = \frac{1}{1}$,故 C 正确,D 错误.
- B 解析:**画出电荷运动的轨迹如图所示,设电荷运

动的轨道半径为 r ,由几何关系可得 $\tan \frac{\theta}{2} = \frac{R}{r}$;洛伦兹力提供电荷在磁场中做匀速圆周运动的向心力,可得 $qvB = m \frac{v^2}{r}$,联立可得 $B = \frac{mv \tan \frac{\theta}{2}}{qR}$,故 B 正确,A、C、D 错误.



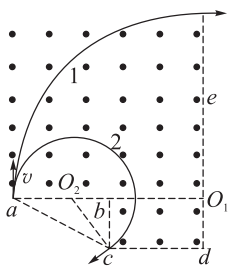
- D 解析:**粒子带正电,且经过 D 点,其可能的轨迹如图所示,所有圆弧所对的圆心角均为 60° ,所以粒子运动的半径为 $r = \frac{l}{n}$ ($n=1,2,3,\dots$);粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动,洛伦兹力提供向心力,由牛顿第二定律得 $qvB = m \frac{v^2}{r}$,解得 $v = \frac{qrB}{m} = \frac{qlB}{nm}$ ($n=1,2,3,\dots$),故 D 正确,A、B、C 错误.



- C 解析:**对 M 和 N 进行受力分析可知,在水平方向各自所受合外力为零,若电流方向相同,则 M 、 N 所受匀强磁场产生的安培力方向相同,而两通电直导线相互产生的安培力方向相反,合外力不可能都为零,故 A、B 错误;若电流方向相反,则 M 、 N 所受匀强磁场产生的安培力方向相反,又因为两通电直导线之间的安培力为排斥力,方向相反,大小相等,由安培力公式 $F = BIL$ 知,只有 M 和 N 中电流大小相等时,所受匀强磁场的安培力大小才相等,每根导线受到的合力才可能为零,故 C 正确,D 错误.
- BC 解析:**由左手定则可知,粒子 a 、 b 均带正电荷,电中性的微粒分裂的过程中,总的电荷量应保持不变,则粒子 c 应带负电荷,故 A 错误,B、C 正确;粒子在磁场中做匀速圆周运动时,洛伦兹力提供向心力,即 $qvB = m \frac{v^2}{r}$,解得 $r = \frac{mv}{qB}$,由于粒子 a 与粒子 b 的电荷量大小关系未知,则粒子 a 与粒子 b 的动量大小关系不确定,D 错误.

9. AC 解析:质子出回旋加速器时的速度最大,半径为 R ,则 $v = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi Rf$,所以最大速度不超过 $2\pi Rf$,A 正确;由 $Bqv = \frac{mv^2}{R}$ 得 $v = \frac{BqR}{m}$,质子的最大动能 $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{q^2 B^2 R^2}{2m}$,与电压无关,故 B、D 错误,C 正确.

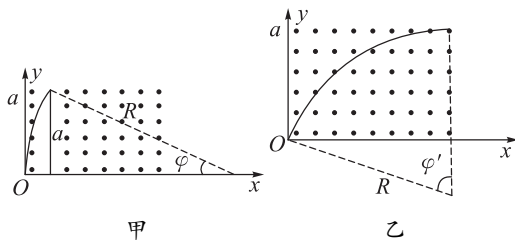
10. B 解析:画出质子的运动轨迹如图所示,设 bc 长度为 $2L$,则 $ab=cd=3L$,从边界 de 垂直射出的质子,运动轨迹如图中 1 所示,圆心为 O_1 ,由几何关系可知 $R_1=ab+cd=6L$,由几何知识知,当质子过 c 点时,质子运动轨迹对应的圆心角最大,在磁场中的运动时间最长,运动轨迹如图中 2 所示,圆心为 O_2 ,设半径为 R_2 ,则有 $(3L-R_2)^2 + (2L)^2 = R_2^2$,可得 $R_2 = \frac{13}{6}L$,由 $qvB = m\frac{v^2}{R}$,可得 $v = \frac{qBR}{m}$,所以从边界 de 垂直射出的质子与在磁场中运动时间最长的质子的速率之比为 $v_1 : v_2 = R_1 : R_2 = 36 : 13$,故 B 正确,A、C、D 错误.



11. BD 解析:对匀强磁场中的小球,由于洛伦兹力不做功,根据动能定理可得 $mgR = \frac{1}{2}mv_M^2$,解得 $v_M = \sqrt{2gR}$;对匀强电场中的小球,小球受到向左的电场力,在小球运动到最低点的过程中,电场力做负功,根据动能定理有 $mgR - qER = \frac{1}{2}mv_N^2$,解得 $v_N = \sqrt{2gR - \frac{2qER}{m}}$,所以 $v_M > v_N$,A 错误;对匀强磁场中的小球,在最低点,根据牛顿第二定律有 $F'_M - mg - Bqv_M = \frac{mv_M^2}{R}$,可得 $F'_M = 3mg + Bqv_M$;对匀强电场中的小球,在最低点,根据牛顿第二定律有 $F'_N - mg = \frac{mv_N^2}{R}$,得 $F'_N = 3mg - 2qE$,由牛顿第三定律可知 $F_M = F'_M$, $F_N = F'_N$,所以 $F_M > F_N$,B 正确;因为小球第一次到达 M 点的过程中,只有重力做正功,平均速率大,时间短,而小球第一次到达 N 点的过程中,重力做正功,电场力做负功,平均速率小,时间长,C 错误;根据能量守恒定律可知,在磁场中的小球能上升到原高度,而

电场中的小球上升到最高点时重力势能有一部分转化为电势能,所以不能上升到原高度,D 正确.

12. BC 解析:粒子在洛伦兹力作用下做圆周运动,有 $Bqv = m\frac{v^2}{R}$,得 $R = \frac{mv}{qB}$,又因为 $\frac{2qBa}{m} \leq v \leq \frac{3qBa}{m}$,所以有 $2a \leq R \leq 3a$,分析可知当粒子初速度方向与 y 轴正方向的夹角 $\theta = 0^\circ$ 时,以该初速度运动的粒子在磁场中运动时间最短,如图甲所示, R 越大,运动轨迹对应的圆心角 φ 越小,所以当 $R = 3a$ 时, φ 最小,此时 $\sin \varphi = \frac{1}{3} < \frac{1}{2}$,所以 $\varphi < \frac{\pi}{6}$,运动时间 $t = \frac{\varphi}{2\pi}T < \frac{T}{12}$,故 A 错误,B 正确; θ 从 0° 逐渐增大,则粒子在磁场上边界的出射点右移,粒子在上边界最远能到达的位置为粒子做圆周运动的轨迹与上边界相切的点,如图乙所示,此时粒子出射点的横坐标 $x = \sqrt{R^2 - (R-a)^2} = \sqrt{2Ra - a^2} \geq \sqrt{3}a$,所以粒子一定能到达磁场边界的右上顶点且粒子做圆周运动的轨迹都是劣弧,在该点出射的粒子做圆周运动的轨迹对应的弦最长;粒子出射点为磁场边界右上顶点时,粒子在磁场中转过角度最大,运动时间最长,当 $R = 2a$ 且粒子出射点为磁场边界右上顶点时,粒子在磁场中运动经历的时间最长,此时粒子转过的角度 $\varphi' = \frac{\pi}{3}$,运动经历的时间 $t = \frac{T}{6}$,故 C 正确,D 错误.



13. (1)0.5 T (2)3 cm

解析:(1)弹簧恰好不伸长时, ab 棒受到向上的安培力 BIL 和向下的重力 mg ,二者大小相等,即 $BIL = mg$

解得 $B = \frac{mg}{IL} = 0.5 \text{ T}$.

(2)当大小为 0.2 A 的电流由 a 流向 b 时, ab 棒受到两根弹簧向上的拉力 $2kx_1$ 及向上的安培力 BI_1L 和向下的重力 mg 作用,处于平衡状态

即 $2kx_1 + BI_1L = mg$

当电流反向后, ab 棒在两根弹簧向上的拉力 $2kx_2$ 及向下的安培力 BI_1L 和重力 mg 作用下处于平衡状态

$$\text{即 } 2kx_2 = mg + BI_1 L$$

$$\text{联立解得 } x_2 = \frac{mg + BI_1 L}{mg - BI_1 L} x_1 = 3 \text{ cm.}$$

$$14. (1) \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2mU}{q}} \quad (2) \frac{\pi BR^2}{2U}$$

解析: (1) 质子在加速电场中第一次被加速, 根据动能定理, 有 $qU = \frac{1}{2}mv_1^2$

在磁场中洛伦兹力提供向心力, 根据牛顿第二定律, 有 $qv_1 B = \frac{mv_1^2}{r}$

$$\text{解得 } r = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2mU}{q}}.$$

(2) 设质子被加速 n 次后达到最大速度, 由动能定理, 有 $nqU = \frac{1}{2}mv^2$

洛伦兹力提供质子做圆周运动的向心力, 有 $qvB = m \frac{v^2}{R}$

$$\text{周期 } T = \frac{2\pi R}{v}$$

则质子在磁场中运动的时间 $t = n \frac{T}{2}$

$$\text{解得 } t = \frac{\pi BR^2}{2U}.$$

$$15. (1) 2 \times 10^7 \text{ m/s} \quad (2) B \geq 0.08 \text{ T} \quad (3) 0.16 \text{ T}$$

解析: (1) 粒子在电场中只受水平向左的电场力作用, 故粒子做类平抛运动, 竖直方向做匀速运动, 故有 $v_0 = v \cos 60^\circ = 2 \times 10^7 \text{ m/s}$.

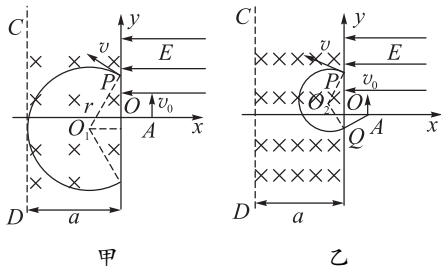
(2) 粒子在磁场中只受洛伦兹力作用做匀速圆周运动, 故有 $qvB = \frac{mv^2}{r}$

$$\text{解得 } r = \frac{mv}{qB}$$

粒子恰好不从 CD 边界射出时的运动轨迹如图甲所示, 根据几何关系可得 $r + r \cos 60^\circ = a$, 解得 $r = \frac{2}{3}a = 0.2 \text{ m}$

$$\text{所以磁感应强度 } B = \frac{mv}{qr} = \frac{4 \times 10^{-10} \times 4 \times 10^7}{0.2} \text{ T} = 0.08 \text{ T}$$

若要粒子不从 CD 边界射出, 则 $B \geq 0.08 \text{ T}$.



(3) 粒子离开磁场运动到 A 点的过程做匀速直线运动, 故粒子运动轨迹如图乙所示

根据粒子在磁场中做匀速圆周运动可得粒子出磁场时速度与 y 轴正方向的夹角为 60°

$$\text{设出磁场处为 } Q \text{ 点, 则由几何关系有 } OQ = \frac{OA}{\tan 60^\circ} = \frac{0.1}{\sqrt{3}} \text{ m}$$

$$\text{所以 } PQ = PO + OQ = \frac{2\sqrt{3}}{3} \times 0.1 \text{ m} + \frac{0.1}{\sqrt{3}} \text{ m} = \frac{0.3}{\sqrt{3}} \text{ m}$$

$$\text{又 } PQ = 2r' \sin 60^\circ$$

$$\text{所以 } r' = 0.1 \text{ m}$$

$$\text{根据洛伦兹力提供向心力可得 } qvB' = \frac{mv^2}{r'}$$

$$\text{所以 } B' = \frac{mv}{qr'} = \frac{4 \times 10^{-10} \times 4 \times 10^7}{0.1} \text{ T} = 0.16 \text{ T.}$$

章末测试卷(二)

1. **D 解析:** 当长直导线 P 中通以方向垂直于导线框向外的电流时, 由安培定则可判断出长直导线 P 产生的磁场方向为逆时针方向, 磁感线是以 P 为圆心的同心圆, 则两半圆弧导线不受安培力, 由左手定则可判断出直导线 ab 所受的安培力方向垂直纸面向外, cd 所受的安培力方向垂直纸面向里, 从上往下看, 导线框将逆时针转动, 故 D 正确, A 、 B 、 C 错误.

2. **A 解析:** 由安培定则可知 b 与 d 导线中电流在 O 点产生的磁场相互抵消, 而 a 与 c 导线中的电流在 O 点产生的磁场均水平向左相互叠加, 合磁场方向水平向左. 当一带负电的粒子从正方形中心 O 点沿垂直于纸面的方向向外运动时, 根据左手定则可知, 它所受洛伦兹力的方向向上, 故 A 正确, B 、 C 、 D 错误.

3. **C 解析:** 由左手定则知, 粒子带负电, A 错误; 由于洛伦兹力不做功, 粒子速率不变, B 错误; 由 $r = \frac{mv}{qB}$ 知, 若仅减小磁感应强度 B , r 变大, 则粒子可能从 b 点右侧射出, C 正确; 由 $r = \frac{mv}{qB}$ 知, 若仅减小入射速率 v , 则 r 变小, 粒子在磁场中的偏转角 θ 变大, 由 $t = \frac{\theta}{2\pi} T = \frac{\theta m}{qB}$ 知, 运动时间变长, D 错误.

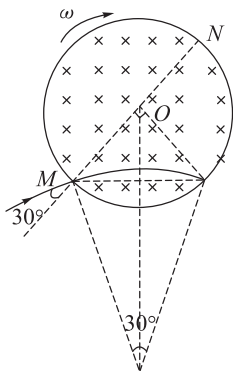
4. **D 解析:** a 、 d 两点接入电路后, 金属圆环可看成 $\widehat{acbd}$ 与 $\widehat{ad}$ 两部分并联, 两部分电阻之比为 $3:1$, 故流过的电流之比为 $1:3$, 有效长度均为 $\sqrt{2}R$, 根据左手定则可知, 金属圆环两部分所受安培力方向相

同,则金属圆环所受安培力大小为 $F_{安} = \frac{1}{4} IB \cdot$

$\sqrt{2}R + \frac{3}{4} IB \cdot \sqrt{2}R = \sqrt{2}BIR$,故 A、B 错误;由平衡条件及牛顿第三定律得,金属圆环对桌面的摩擦力大小为 $\sqrt{2}BIR$,金属圆环对桌面的压力大小为 mg ,故 C 错误,D 正确。

5. C 解析:图甲是速度选择器示意图,由图无法判断出带电粒子的电性,不计重力的粒子能够沿直线匀速通过速度选择器的条件是 $v = \frac{E}{B}$,A 错误;图乙是磁流体发电机结构示意图,由左手定则知正离子向下偏转,所以下极板带正电,A 板是电源的负极,B 板是电源的正极,B 错误;图丙是质谱仪结构示意图,粒子经过速度选择器后的速度一定,根据洛伦兹力提供向心力可得 $qvB = m \frac{v^2}{r}$,解得 $\frac{q}{m} = \frac{v}{Br}$,则可知 r 越小,比荷越大,即打在底片上的位置越靠近狭缝 S_3 说明粒子的比荷越大,C 正确;图丁是回旋加速器示意图,根据公式 $qvB = m \frac{v^2}{r}$,解得 $v = \frac{qBr}{m}$,故最大动能 $E_{km} = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{q^2 B^2 R^2}{2m}$,可知 E_{km} 与加速电压无关,D 错误。

6. A 解析:由题意知,粒子在磁场中做匀速圆周运动的轨迹如图所示,由几何关系可知,圆弧所对的圆心角为 30° ,因此粒子在磁场中运动的时间为 $t = \frac{T}{12} = \frac{1}{12} \times \frac{2\pi m}{qB} = \frac{\pi m}{6qB}$,粒子在磁场中运动的时间与筒转过 90° 所用的时间相等,即 $\frac{\pi m}{6qB} = \frac{1}{4} \times \frac{2\pi}{\omega}$,解得 $\frac{q}{m} = \frac{\omega}{3B}$,故 A 正确,B、C、D 错误。



7. D 解析:根据左手定则可知,电子受到的洛伦兹力指向前表面,则电子向前表面偏转,金属导体的前表面电势较低,A 错误;根据电流微观表达式可得 $I = neSv$, $S = bc$,解得自由电子定向移动的速度大小为 $v = \frac{I}{necb}$,C 错误;根据平衡条件可得 $F_{洛} =$

$$evB = e \frac{U}{b}, \text{解得地磁场的磁感应强度为 } B = \frac{necU}{I},$$

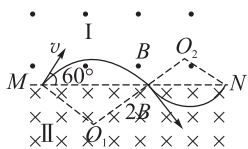
故 B 错误,D 正确。

8. AB 解析:由题意知,带电微粒进入正交的匀强电场和匀强磁场中做匀速圆周运动,静电力与重力必定平衡,则微粒受到的静电力的方向一定竖直向上,有 $mg = qE$,由洛伦兹力提供向心力,有 $qvB = m \frac{v^2}{r}$,由运动学公式 $v^2 = 2gh$,联立可得微粒做圆周运动的半径 $r = \frac{E}{B} \sqrt{\frac{2h}{g}}$,A 正确;从 B 点运动到 D 点的过程中动能没有发生改变,在 C 点的高度最低,重力势能最小,所以从 B 点运动到 D 点的过程中微粒的重力势能与动能之和在 C 点最小,B 正确;从 B 点运动到 D 点的过程中静电力先做负功后做正功,所以微粒的电势能先增大后减小,C 错误;根据能量守恒定律可知,微粒在运动过程中,电势能、动能、重力势能之和一定,动能不变,则电势能和重力势能之和不变,D 错误。

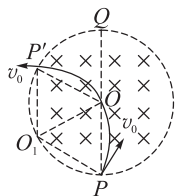
9. A 解析:若粒子的初始位置在 a 处,在 $t = \frac{3}{8} T$ 时,磁场方向垂直纸面向里,根据左手定则可知,粒子所受洛伦兹力方向向上,粒子沿逆时针方向从 a 运动到 b, $\frac{1}{8} T$ 时间后,磁场方向变为垂直纸面向外,粒子在 b 点所受洛伦兹力方向向右,粒子沿 bcd 运动一周回到 b,此时磁场方向又改变为向里,粒子沿 bef 运动又回到 a 点,接着重复前面的运动,A 正确;若粒子的初始位置在 f 处,在 $t = \frac{T}{2}$ 时刻后的一小段时间内,磁场方向垂直纸面向外,粒子所受洛伦兹力方向向左,故粒子不能沿图中轨迹运动,B 错误;若粒子的初始位置在 e 处,在 $t = \frac{11}{8} T$ 时,磁场方向垂直纸面向里,粒子在 e 点所受洛伦兹力方向向下,沿 e → f 运动 $\frac{1}{8} T$ 时间后磁场方向改变,粒子受力方向改变,粒子在 f 点所受洛伦兹力向左,将向左偏转,C 错误;若粒子的初始位置在 b 处,在 $t = \frac{3}{8} T$ 时,磁场方向垂直纸面向里,根据左手定则可知,粒子在 b 点所受洛伦兹力方向向右,沿 b → d 运动 $\frac{1}{8} T$ 时间后磁场方向变为向外,粒子在 d 点所受洛伦兹力方向向下,将向下偏转,D 错误。

10. BD 解析:粒子在两磁场中的运动轨迹如图所示,粒子在 I 中的偏转角为 120° ,在 II 中的偏转角为

120°,由 $T = \frac{2\pi m}{qB}$ 可知,粒子在 II 中的周期为在 I 中周期的一半,则由 $t = \frac{\theta}{2\pi} T$ 可知, $t_1 : t_2 = 2 : 1$,故 A 错误,B 正确;由洛伦兹力提供向心力,可知 $qvB = m \frac{v^2}{r}$,根据匀速圆周运动线速度和角速度的关系 $v = r\omega$,联立解得 $\omega = \frac{qB}{m}$,可知对于同一粒子,角速度与磁感应强度成正比,故 $\omega_1 : \omega_2 = 1 : 2$,故 C 错误,D 正确.

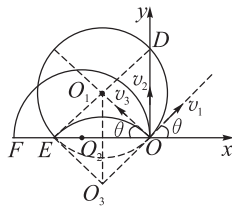


11. A 解析:以 $\theta = 30^\circ$ 角射入磁场的粒子恰好垂直于直径 PQ 方向射出磁场区域,如图所示,根据几何关系知,四边形 $P'O_1PO$ 为菱形,粒子做圆周运动的轨迹半径为 R ,由 $qv_0B = m \frac{v_0^2}{R}$ 可得,匀强磁场的磁感应强度大小为 $B = \frac{mv_0}{qR}$,A 正确;因为粒子做圆周运动的轨迹半径与磁场区域半径相等,故粒子射出磁场边界时的速度方向平行,B 错误;沿半径方向入射的粒子出射点距 P 点的高度为 R ,以 $\theta = 60^\circ$ 角射入磁场的粒子偏转 150° ,出射点距 P 点的高度为 $R + R\sin 60^\circ = \left(\frac{\sqrt{3}}{2} + 1\right)R$,故粒子在磁场边界的出射点分布不到四分之一圆周,C 错误;以 $\theta = 60^\circ$ 角射入磁场的粒子运动时间最长,根据几何关系知,粒子运动轨迹所对应的圆心角为 150° ,故粒子在磁场中运动的时间 $t = \frac{150^\circ}{360^\circ} T = \frac{5\pi R}{6v_0}$,D 错误.



12. CD 解析:根据左手定则可知,粒子带负电,A 错误;画出粒子的运动轨迹如图所示,粒子沿 v_2 方向射入磁场时从 $F(-x_0, 0)$ 离开磁场,可知粒子在磁场中运动轨迹的半径为 $R = \frac{x_0}{2}$,则 $\frac{x_0}{2} = \frac{mv}{qB}$,可得 $\frac{q}{m} = \frac{2v}{x_0 B}$,B 错误;在等腰直角三角形 ODO_1

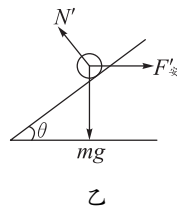
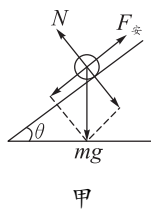
中,由几何关系得 $OD = \sqrt{2}OO_1 = \frac{\sqrt{2}}{2}x_0$,C 正确;由粒子在磁场中运动的规律和几何知识可知,E 点的坐标为 $\left(-\frac{\sqrt{2}}{2}x_0, 0\right)$,从 E 点离开磁场的粒子的初速度方向可能沿 v_1 方向也可能沿 v_3 方向,若沿 v_1 方向射入磁场,则粒子在磁场中运动轨迹对应的圆心角为 $\frac{3\pi}{2}$,所用时间 $t = \frac{\frac{3\pi}{2} \cdot \frac{x_0}{2}}{v} = \frac{3\pi x_0}{4v}$,D 正确.



13. (1)0.4 T (2)1.2 m/s²

解析:(1)导体棒 ab 静止时受力情况如图甲所示,根据平衡条件得 $F_{\text{安}} - mg\sin \theta = 0$,而 $F_{\text{安}} = BIL$,解得 $B = 0.4 \text{ T}$.

(2)改变磁场方向后,导体棒 ab 受力情况如图乙所示,根据牛顿第二定律得 $mg\sin \theta - F'_{\text{安}} \cos \theta = ma$,其中 $F'_{\text{安}} = BIL$,解得 $a = 1.2 \text{ m/s}^2$.



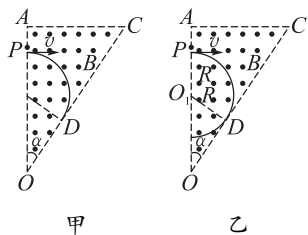
14. (1) $2\pi \times 10^{-4} \text{ s}$ (2) $\frac{4\pi}{3} \times 10^{-4} \text{ s}$ (3)OC 边

解析:(1)带电粒子在磁场中做圆周运动,由 $Bqv = \frac{mv^2}{r}$ 及 $T = \frac{2\pi r}{v}$ 可得

$$\text{周期 } T = \frac{2\pi m}{qB} = \frac{2\pi}{0.5} \times 10^{-4} \text{ s} = 4\pi \times 10^{-4} \text{ s}$$

当粒子从 OA 边离开磁场时,粒子在磁场中恰好运动了半个周期,时间 $t_1 = \frac{T}{2} = 2\pi \times 10^{-4} \text{ s}$.

(2)如图甲所示,当带电粒子的轨迹与 OC 边相切时为临界状态,时间即为从 OC 边射出的最大值,由几何关系可知,粒子在磁场中运动的圆心角为 120° ,所以粒子在磁场中运动的最长时间为 $t_2 = \frac{T}{3} = \frac{4\pi}{3} \times 10^{-4} \text{ s}$.



(3) 粒子在加速电场中被加速, 则有 $qU = \frac{1}{2}mv^2$

粒子在磁场中做匀速圆周运动, 则有 $qvB = m \frac{v^2}{r}$

因 $U = 220 \text{ V}$, 解得 $r = 0.4 \sqrt{1.1} \text{ m}$

如图乙所示, 当带电粒子的轨迹与 OC 边相切时为临界状态, 设此时粒子在磁场中做匀速圆周运动的

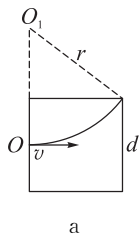
半径为 R , 由几何关系得 $R + \frac{R}{\sin \alpha} = l$

解得 $R = 0.4 \text{ m}$

由于粒子在磁场中运动的半径 $r = 0.4 \sqrt{1.1} \text{ m} > 0.4 \text{ m}$, 所以粒子从 OC 边射出.

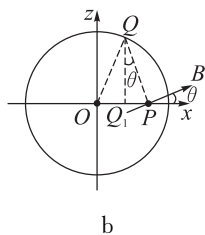
15. (1) $\frac{4mv}{5dB}$ (2) $\frac{2}{5}$ (3) 60.9%

解析: (1) 离子进入磁场后做匀速圆周运动, 轨迹如图 a 所示, 根据牛顿第二定律得 $qvB = m \frac{v^2}{r}$, 由几何关系得 $r^2 = d^2 + \left(r - \frac{d}{2}\right)^2$, 联立解得 $q = \frac{4mv}{5dB}$.



(2) 设满足要求的磁场的方向与 x 轴正方向夹角为 θ , Q 为离子从管道右侧面射出时在左侧面的投影点, 则根据离子在洛伦兹力作用下的运动特点可知, 过 P 点作磁场方向的垂线交管道左侧面于 Q 点, 如图 b 所示, 则 $PQ = \frac{d}{2}$, 连接 OQ 两点, 过 Q

点作 x 轴的垂线, 交 x 轴于 Q_1 点, 则 $PQ_1 = \frac{2d}{5} \times \frac{1}{2} = \frac{d}{5}$, 根据三角函数知识得 $\sin \theta = \frac{PQ_1}{PQ} = \frac{2}{5}$.

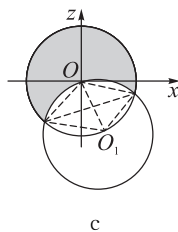


(3) 磁场旋转达到(2)的要求后, 被管道捕获的离子区域用阴影部分表示, 如图 c 所示, 其中该区域的右边界是把管道左侧面沿垂直于磁场方向平移 $\frac{d}{2}$ 得到的, 根据几何知识可得两圆相交部分的面积

为 $S = 4 \times \left(\frac{1}{6} \pi \times \frac{d^2}{4} - \frac{1}{2} \times \frac{d}{4} \times \frac{d}{2} \times \frac{\sqrt{3}}{2} \right) = \frac{(4\pi - 3\sqrt{3})d^2}{24}$, 被管道捕获的离子占从管道左侧射

入的离子的百分比约为 $\left(\frac{\pi \times \frac{d^2}{4} - S}{\pi \times \frac{d^2}{4}} \right) \times 100\% =$

60.9%.



章末测试卷(三)

1. A **解析:** 由楞次定律可知, 线圈中产生的自感电动势总是阻碍线圈中电流的变化, A 正确; 由法拉第电磁感应定律可知, 感应电动势的大小跟穿过这一电路的磁通量的变化率成正比, B 错误; 由楞次定律可知, 感应电流的磁场总是要阻碍引起感应电流的磁通量的变化, 而不是阻止磁通量的变化, C 错误; 穿过闭合回路的磁通量不发生变化时, 回路中一定没有感应电流产生, D 错误.

2. C **解析:** 若飞机从西往东飞, 磁场竖直分量向下, 应用右手定则时, 手心向上, 拇指指向飞机飞行方向, 四指指向左翼末端, 故 $\varphi_1 > \varphi_2$, A 错误; 同理, 飞机从东往西飞, 从南往北飞, 从北往南飞, 都是 $\varphi_1 > \varphi_2$, C 正确, B、D 错误.

3. C **解析:** 初状态的磁通量 $\Phi_1 = BS \sin \alpha$, 末状态的磁通量 $\Phi_2 = 0$, 根据法拉第电磁感应定律得 $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = n \frac{BS \sin \alpha}{t} = 10 \times \frac{0.2 \times 0.2^2 \times 0.5}{0.1} \text{ V} = 0.4 \text{ V}$,

根据楞次定律可知, 感应电流的方向为 $adcb$, 故 C 正确, A、B、D 错误.

4. D **解析:** 由于 A、B 为两个完全相同的灯泡, 当开关闭合瞬间, B 灯泡立刻发光, 由于线圈的自感现象, 导致 A 灯泡渐渐变亮, 因线圈 L 的直流电阻阻值为 R , 当电流稳定时, 两个灯一样亮, 故 A、B 错误; 因线圈 L 的直流电阻阻值为 R , 说明稳定时, 两个支路电阻相等, 两个支路电流相等, 所以开关断

开瞬间,通过两个灯泡的电流不会突然变大,所以两灯都不会闪亮,而是缓慢熄灭,故 D 正确,C 错误。

5. D 解析:穿过线框的磁通量在增大,根据楞次定律结合安培定则可得感应电流沿逆时针方向,故流过电阻 R 的感应电流由 a 到 b ,A 错误;电流从 c 到 d ,根据左手定则可得线框 cd 边受到的安培力方向向下,B 错误;根据法拉第电磁感应定律可得 $E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B_0 S}{t_0}$,根据闭合电路欧姆定律可得 a 、 b 间的电压大小为 $U = \frac{R}{R + \frac{R}{2}} E = \frac{2B_0 S}{3t_0}$,C 错误,D 正确。

6. D 解析:线框进入磁场的过程中,穿过线框的磁通量增大,由楞次定律知,感应电流的方向为 $ABCD$,A 错误;AC 刚进入磁场时,线框切割磁感线的有效长度为 a ,所以产生的感应电动势为 $E = Bav$,则线框中感应电流为 $I = \frac{E}{R} = \frac{Bav}{R}$,B 错误;AC 刚进入磁场时,线框的 CD 边受到的安培力与 v 的方向相反,AD 边受到的安培力垂直于 AD 向下,大小都是 $F = BIL = \frac{B^2 a^2 v}{R}$,且 AD 边与 CD 边受到的安培力的方向相互垂直,所以 AC 刚进入磁场时线框所受安培力为 AD 边与 CD 边受到的安培力的矢量和,即 $F_{\text{合}} = \sqrt{2} F = \frac{\sqrt{2} B^2 a^2 v}{R}$,C 错误;AC 刚进入磁场时,CD 两端的电压 $U = \frac{3}{4} E = \frac{3}{4} Bav$,D 正确。

7. B 解析:金属棒产生的电动势为 $E = Br \cdot \frac{1}{2} \omega r = \frac{1}{2} Br^2 \omega$,A 错误;金属棒电阻不计,故电容器两极板间的电压等于金属棒产生的电动势,微粒的重力与其受到的电场力大小相等,有 $q \frac{E}{d} = mg$,可得 $\frac{q}{m} = \frac{2gd}{Br^2 \omega}$,B 正确;电阻消耗的电功率 $P = \frac{E^2}{R} = \frac{B^2 r^4 \omega^2}{4R}$,C 错误;电容器所带的电荷量 $Q = CE = \frac{1}{2} CBr^2 \omega$,D 错误。

8. D 解析:由题图乙可知,在 $0 \sim t_1$ 时间内,导线框做自由落体运动, $t_1 \sim t_2$ 时间内导线框进入磁场切割磁感线,做加速度减小的减速运动,根据受力分析可知, $F_{\text{安}} - mg = ma$,且 a 在减小,则安培力在减小,A 错误;根据题意可知,在 $t_1 \sim t_2$ 时间内,导线框切割磁感线,距离为 l ,完全进入磁场后又做匀加

速运动直到落地,所以磁场高度 d 为 $t_1 \sim t_3$ 时间内的位移,即 $t_1 \sim t_3$ 时间内图线与 t 轴围成的面积,B 错误;根据题意可知,安培力做负功,所以导线框重力势能减少量等于动能增加量和克服安培力做功,C 错误;由题意可知 $mgl - W_{\text{安}} = \Delta E_k < 0$, $W_{\text{安}} = Q$,所以在下降过程中导线框产生的焦耳热 Q 大于 mgl ,D 正确。

9. B 解析:线框刚进入磁场中时,只有 bc 边切割磁感线,根据楞次定律可知,电流方向为逆时针方向,即为负,在线框完全进入磁场之前,电流方向与大小不变;当 ad 边刚进入磁场时感应电流为零,接着 bc 边开始出磁场,回路中的感应电动势为 ad 边产生的电动势减去 bc 边在磁场中的部分产生的电动势,随着线框的运动,回路中电动势逐渐增大,电流逐渐增大,方向为顺时针,即为正;在前进 $2L$ 后, bc 完全出磁场, ad 也开始出磁场,切割磁感线的长度逐渐减小,电流逐渐减小,方向为顺时针方向,即为正,直至线框完全脱离磁场,电流减小为零,综合分析可知,B 正确,A、C、D 错误。

10. BC 解析:两导体棒组成的整体,合力为零,根据平衡条件, ab 棒受到的推力为 $F = 2mg = 0.2 \text{ N}$,A 错误;对 ab 棒,根据平衡条件,有 $F_{\text{安}} = F - mg = mg$, $F_{\text{安}} = BIL$, $I = \frac{BLv}{2R}$,联立可得 $v = 2 \text{ m/s}$,B 正确;在 2 s 内,推力做功转化的电能全部转化为内能,有 $Q = \frac{E^2}{2R} t$, $E = BLv$,代入数据得 $Q = 0.4 \text{ J}$,C 正确;在 2 s 内,推力做功为 $W = Fvt = 0.8 \text{ J}$,D 错误。

11. AC 解析:由题图乙可知垂直纸面向里的磁感应强度减小,则穿过线框的磁通量减小,根据楞次定律可判断线框中的感应电流沿顺时针方向,A 正确;根据左手定则可判断线框受到向左的安培力作用,在 $t = 0$ 时刻,感应电动势 $E_0 = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} S = \frac{1}{2} L^2 \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t}$,由牛顿第二定律有 $B_0 \frac{E_0}{R} L = ma_0$,由题图丙可知在 $t = 0$ 时刻的加速度 $a_0 = \frac{v_0}{t_1}$,联立解得磁感应强度的变化率为 $\frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{2mv_0 R}{B_0 t_1 L^3}$,B 错误;由题图丙可知 t_2 时刻之后,线框速度恒定,说明线框已经全部进入磁场,此后虽然电路中有感应电流,但各边所受安培力相互抵消,所以线框做匀速直线运动,在 t_3 时刻有 $E_3 = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = L^2 \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t}$,线框的热功率为 $P_3 = \frac{E_3^2}{R}$,解得 $P_3 =$

$\frac{4m^2 v_0^2 R}{B_0^2 L^2 t_1^2}$, C 正确; $0 \sim t_2$ 时间内, 对线框, 由动量定

理有 $B \bar{I} L \Delta t = m \Delta v$, 即 $BL \Delta q = m \Delta v$, 若磁感应强度 $B = B_0$ 恒定, 有 $B_0 L \Delta q = m v_0$, 即通过线框的电

荷量为 $\Delta q = \frac{m v_0}{B_0 L}$, 但由于 B 随时间减小, 故实际

通过线框的电荷量不等于 $\frac{m v_0}{B_0 L}$, D 错误.

12. (1) 顺时针 (2) 顺时针

解析: (1) 由题意知, 在线圈 L 内电流从 b 流向 a , 根据楞次定律(增反减同)知, 线圈 L 中产生的磁场与原磁场方向相反(向上), 根据右手螺旋定则可知, 线圈产生的感应电流方向沿逆时针方向(俯视线圈), 因此线圈绕向为顺时针方向(俯视线圈).

(2) 由题意知, 在线圈 L 内电流从 b 流向 a , 根据楞次定律(增反减同)知, 线圈 L 中产生的磁场与原磁场方向相反(向下), 根据右手螺旋定则可知, 感应电流方向沿逆时针方向(俯视线圈), 因此线圈绕向为顺时针方向(俯视线圈).

13. (1) $2.0 \times 10^{-3} \text{ J}$ (2) $1.0 \text{ } \Omega$

解析: (1) 由题意及图像可知, 在 $t = 0$ 时刻, ab 边受到的磁场力最大, 则

$$F_1 = ILB = 0.02 \text{ N}$$

$$\text{可得 } I = \frac{F_1}{BL} = \frac{0.02}{1.0 \times 0.1} = 0.2 \text{ A}$$

线框匀速运动, 其受到的安培力为阻力, 大小为 F_1 , 由能量守恒定律可得

$$Q = W_{\text{安}} = F_1 L = 0.02 \times 0.1 \text{ J} = 2.0 \times 10^{-3} \text{ J}.$$

(2) 金属线框被拉出磁场的过程中产生的热量 $Q = I^2 R t$

$$\text{线框的电阻 } R = \frac{Q}{I^2 t} = \frac{2.0 \times 10^{-3}}{0.2^2 \times 0.05} \text{ } \Omega = 1.0 \text{ } \Omega.$$

14. (1) 0.8 A (2) 0.016 kg (3) 20 m/s

解析: (1) 螺线管产生的感应电动势

$$E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = n \frac{\Delta B_1}{\Delta t} S \quad (1)$$

$$\text{得 } E = 4 \times 10 \times 0.1 \text{ V} = 4 \text{ V}$$

$$\text{通过导体棒 } ab \text{ 的电流 } I = \frac{E}{R} = 0.8 \text{ A}. \quad (2)$$

(2) 导体棒 ab 所受的安培力

$$F = B_2 I l = 2 \times 0.8 \times 0.1 \text{ N} = 0.16 \text{ N} \quad (3)$$

$$\text{导体棒静止时有 } F = mg \quad (4)$$

$$\text{解得 } m = 0.016 \text{ kg}. \quad (5)$$

(3) ab 匀速下滑时

$$E_2 = B_2 l v \quad (6)$$

$$I' = \frac{E_2}{R} \quad (7)$$

$$B_2 I' l = mg \quad (8)$$

由⑥⑦⑧得 $v = 20 \text{ m/s}$.

$$15. (1) \frac{mg(R+r)}{2B^2 L^2} \quad (2) \left[\frac{1}{2} mgh - \frac{m^3 g^2 (R+r)^2}{4B^4 L^4} \right] \cdot$$

$$\frac{R}{R+r} \quad (3) \frac{2I_0}{mg} - \frac{m(r+R)}{B^2 L^2} - \frac{2B^2 L^2 h}{mg(R+r)}$$

解析: (1) 设金属棒匀速运动时的速度为 v_m , 此时的感应电动势 $E = BLv_m$, 感应电流 $I = \frac{E}{R+r}$, 金属棒所受安培力为 $F = BIL$, 金属棒受力平衡, 有 $mg = mg \sin 30^\circ + F$, 联立解得 $v_m = \frac{mg(R+r)}{2B^2 L^2}$.

(2) 设金属棒由静止释放到达到匀速的过程中回路中产生的总热量为 Q , 根据能量守恒定律得 $mgh - mgh \sin 30^\circ = \frac{1}{2} \times 2mv_m^2 + Q$, 电阻 R 上产生的

$$\text{热量 } Q_1 = \frac{R}{r+R} Q, \text{ 联立解得 } Q_1 = \left[\frac{1}{2} mgh - \frac{m^3 g^2 (R+r)^2}{4B^4 L^4} \right] \cdot \frac{R}{R+r}.$$

(3) 金属棒由静止释放到达到匀速的过程中, 对金属棒, 由动量定理得 $I_0 - mgt \sin 30^\circ - \bar{F}t = mv_m - 0$, 又 $\bar{F} = BL \bar{I}$, $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{R+r} = \frac{BLh}{(R+r)t}$, 联立解得 $t = \frac{2I_0}{mg} - \frac{m(r+R)}{B^2 L^2} - \frac{2B^2 L^2 h}{mg(R+r)}$.

章末测试卷(四)

1. B 解析: t_1 时刻 B 环中感应电流为零, 故两环作用力为零, A 错误; t_2 和 t_3 时刻 A 环中电流在减小, 则 B 环中产生与 A 环中同向的电流, 相互吸引, 故 B 正确, C 错误; t_4 时刻 A 中电流为零, 两环无相互作用, D 错误.

2. C 解析: 磁力刹车过程会产生涡流, 属于电磁感应现象, 并非电流的磁效应, 也不属于电磁驱动现象, A、B 错误; 磁力刹车的过程中, 铜片穿过磁铁时产生涡流, 在磁场中受到安培力作用, 阻碍过山车的运动, 故磁力刹车的过程中动能转化为电能, 最终转化为内能, C 正确; 过山车的速度越大, 进入停车区时由电磁作用引起的刹车阻力越大, 与质量无关, D 错误.

3. B 解析: 当同时增大 B_1 减小 B_2 时, 通过金属圆环的总磁通量增加, 且方向垂直纸面向里, 根据楞次定律知, 感应电流产生的磁场方向应垂直纸面向外, 根据右手螺旋定则知, 此时金属圆环中产生逆时针方向的感应电流, A 错误; 同理当同时减小 B_1 增大 B_2 时, 金属圆环中产生顺时针方向的感应电流, B 正确; 当同时以相同的变化率增大或减小 B_1

和 B_2 时,金属圆环中的总磁通量没有变化,仍然为 0,金属圆环中无感应电流产生,C、D 错误。

4. B 解析:把铜盘视为闭合回路的一部分,在铜盘以角速度 ω 沿顺时针方向匀速转动时,铜盘切割磁感线产生感应电动势,回路中有感应电流,A 错误;铜盘切割磁感线产生的感应电动势为 $E = \frac{1}{2}BL^2\omega$,回路中感应电流为 $I = \frac{E}{R} = \frac{BL^2\omega}{2R}$,B 正确,D 错误;由右手定则可判断出感应电流方向为 $C \rightarrow D \rightarrow R \rightarrow C$,C 错误。

5. BC 解析:根据楞次定律可知在 $0 \sim t_0$ 时间内,磁感应强度均匀减小,圆环中感应电流为顺时针方向,所受安培力的方向水平向左;在 $t_0 \sim t_1$ 时间内,磁感应强度反向增大,圆环中感应电流为顺时针方向,所受安培力的方向水平向右,故 A 错误,B 正确;根据法拉第电磁感应定律,感应电动势 $E = \frac{\Delta B}{\Delta t}S = \frac{B_0}{t_0} \cdot \frac{\pi r^2}{2} = \frac{\pi B_0 r^2}{2t_0}$,根据闭合电路欧姆定律知,电流 $I = \frac{E}{R} = \frac{\frac{\pi B_0 r^2}{2t_0}}{\frac{2\pi r}{\rho}} = \frac{B_0 r S}{4t_0 \rho}$,C 正确,D 错误。

6. C 解析:因为 OC 是匀速转动的,根据能量守恒定律可得 $P_{\text{外}} = P_{\text{电}} = IE = \frac{E^2}{R}$,又因为 $E = Br \cdot \frac{\omega r}{2}$,联立解得 $P_{\text{外}} = \frac{B^2 \omega^2 r^4}{4R}$,故 C 正确,A、B、D 错误。

7. AD 解析:由题图可知,开关 S 闭合时,流过电感 L_1 的电流等于流过 b、c 灯的电流之和,流过电感 L_2 的电流等于流过 c 灯的电流;断开开关 S 的瞬间,流过电感的电流突然减小,三个灯泡均处于回路中,且流过灯泡 a 的电流等于流过灯泡 b、c 的电流之和,流过 b、c 灯泡的电流逐渐减小,故灯泡 a 先变亮,然后逐渐熄灭,灯泡 b、c 逐渐熄灭,故 A、D 正确,B、C 错误。

8. BD 解析:cd 在磁场中运动时,回路中磁通量减小,根据楞次定律可知,cd 中电流的方向为 $d \rightarrow c$,A 错误;当 ab 进入磁场后回路中产生感应电流,则 ab 受到向左的安培力而做减速运动,cd 受到向右的安培力而做加速运动,由于两者的速度差逐渐减小,感应电流逐渐减小,安培力逐渐减小,可知 cd 向右做加速度减小的加速运动,B 正确;ab 从释放到刚进入磁场的过程,由动能定理得 $mgR = \frac{1}{2}mv_0^2$,对 ab 和 cd 系统,合力为零,则由动量守恒定律得 $mv_0 = m \cdot 2v_{cd} + 2mv_{cd}$,解得 $v_{cd} = \frac{1}{4}v_0 =$

$$\frac{1}{4}\sqrt{2gR}, \text{对 } cd \text{ 由动量定理得 } B\bar{I}L \cdot \Delta t = 2mv_{cd},$$

其中 $q = \bar{I}\Delta t$,解得 $q = \frac{m\sqrt{2gR}}{2BL}$,C 错误;ab 从圆弧导轨的顶端由静止释放,至 cd 刚离开磁场时由能量关系得 $mgR = \frac{1}{2}m(2v_{cd})^2 + \frac{1}{2} \times 2mv_{cd}^2 + Q$,其中 $Q_{cd} = \frac{2}{3}Q$,解得 $Q_{cd} = \frac{5}{12}mgR$,D 正确。

9. BD 解析:由题图 $B-t$ 图像可知, $0 \sim 1$ s 内,线框中向里的磁通量增大,由楞次定律可知,线框中电流方向为逆时针,沿 $adcba$ 方向,即电流为负;同理可知 $1 \sim 2$ s 内,电流为正; $2 \sim 3$ s 内,磁通量不变,则感应电流为零; $3 \sim 4$ s 内,电流为负,根据法拉第电磁感应定律 $E = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B \cdot S}{\Delta t}$,则 $I = \frac{E}{R} = \frac{\Delta B \cdot S}{R\Delta t}$,若一段时间内磁感应强度均匀变化,则该时间内产生的感应电流保持不变,故 A 错误,B 正确; $0 \sim 1$ s 内,电路中电流方向为逆时针,沿 $adcba$ 方向,根据左手定则可知,ad 棒受到的安培力的方向向右,为正值;同理可知, $1 \sim 2$ s 内,ad 棒受到的安培力为负值; $2 \sim 3$ s 内,cd 棒不受安培力; $3 \sim 4$ s 内,ad 棒受到的安培力为负值;根据安培力的公式 $F = BIL$,当 I 恒定时,安培力的大小与磁感应强度成正比,故 C 错误,D 正确。

10. AB 解析:线框恰能匀速穿过 II 磁场,则有 $mg = BI_2 l = \frac{B^2 l^2 v_2}{R}$,穿出 I 后,还需要经过一段加速过程,才能到达区域 II,因此线框穿出磁场 I 时的速度必然小于 v_2 ,假设线框穿过 I 区域磁场过程的加速度大于 g ,则刚进入 I 区域磁场时做减速运动,减速过程所能达到的最小速度为 v_2 ,与题意不符,故线框穿过 I 区域磁场过程做加速运动,加速度不可能大于 g ,A 正确;通过线框截面的电荷量大小 $q = \bar{I}\Delta t = \frac{\bar{E}}{R}\Delta t = \frac{\Delta \Phi}{R\Delta t}\Delta t = \frac{\Delta \Phi}{R}$,线框进入和穿出 I 区域磁场的两个过程,磁通量改变量大小相同,则通过线框截面的电荷量相同,B 正确;穿过磁场的过程,线框产生的热量等于克服安培力做的功,由于线框穿过 I 和 II 两区域过程分别做加速和匀速运动,故两过程的安培力不相等,位移相同,故线框产生的热量不可能相同,C 错误;线框穿过 I 区域后仍然向下加速,且最大速度小于 v_2 ,穿过 II 区域磁场速度为 v_2 ,线框穿过 I、II 两区域磁场的过程所用时间不可能相同,D 错误。

11. ACD 解析:由右手定则和左手定则知,MN 中感

应电流由 N 到 M , 受到的安培力向右, PQ 中感应电流由 P 到 Q , 受到的安培力向右, 故两导体棒受到的安培力方向相同, 系统所受合外力不为零, 故两导体棒组成的系统动量不守恒, A 正确; 根据功能关系可知, MN 棒克服安培力做的功等于系统产生的热量与 PQ 棒增加的动能之和, 故 MN 棒克服安培力做功的功率大于 MN 棒的发热功率, B 错误; MN 向左减速, PQ 向右加速, 当 $BLv_1 = BLv_2$, 即 $v_1 = v_2$ 时, 回路中感应电流为零, 达到稳定状态, 两导体棒受到的平均安培力大小相等, 对两导体棒由动量定理得 $-\bar{F}t = mv_1 - mv_0$, $\bar{F}t = mv_2$, 解得 $v_1 = v_2 = \frac{v_0}{2}$, 方向相反, C 正确; 设通过 PQ 棒某一横截面的电荷量为 q , 则 $q = \bar{I}t$, 对 PQ 棒由动量定理得 $B\bar{I}L \cdot t = mv_2$, 联立解得 $q = \frac{mv_0}{2BL}$, D 正确.

12. (1) A (2)①条形磁体磁场强弱 ②线圈匝数多少或条形磁体插入(或拔出)线圈的快慢

解析: (1) 因为多匝线圈在磁场中运动时, 相当于多根导线同时切割磁感线, 即相当于多个电源串联, 则电路中电流较大, 即(a)中较大, 故选 A .

(2) 我们知道导体切割磁感线可以产生感应电流, 即导体和磁场发生了相对运动; 本题中磁场运动, 可以认为导线相对于磁场发生了运动, 故也可以产生感应电流; 感应电流应与磁场的强弱、磁体运动的快慢及线圈的匝数等有关.

13. (1) $\frac{mg}{BL}$ 方向从 P 到 M (2) $\frac{2mgR}{B^2L^2}$ (3) $\frac{BL^2}{2R}$

解析: (1) 设金属杆离开磁场前瞬间流过金属杆的电流为 I , 由平衡条件可得 $mg = BI \cdot \frac{L}{2}$

解得 $I = \frac{2mg}{BL}$

所以流过 R_1 的电流大小为 $I_1 = \frac{I}{2} = \frac{mg}{BL}$

由右手定则知流过 R_1 的电流方向从 P 到 M .

(2) 设金属杆匀速运动时的速度为 v

则感应电动势 $E = B \frac{L}{2} v$

又知 $E = I \frac{R}{2}$

得 $v = \frac{2mgR}{B^2L^2}$.

(3) 电荷量 $q = \bar{I}t = \frac{\Delta\Phi}{R_{\text{总}}}$

得 $q = \frac{B\left(\frac{L}{2}\right)^2}{\frac{R}{2}} = \frac{BL^2}{2R}$.

14. (1) $\sqrt{5}$ m/s (2) 2 m/s (3) 2 J

解析: (1) cd 绝缘杆通过半圆导轨最高点时, 由牛顿第二定律有 $Mg = M \frac{v^2}{r}$

解得 $v = \sqrt{gr} = \sqrt{5}$ m/s.

(2) 碰撞后 cd 绝缘杆滑至最高点的过程中, 由动能定理有 $-2Mgr = \frac{1}{2}Mv^2 - \frac{1}{2}Mv_2^2$

解得碰撞后 cd 绝缘杆的速度 $v_2 = 5$ m/s

两杆碰撞过程动量守恒, 取向右为正方向, 由动量守恒定律得 $mv_0 = mv_1 + Mv_2$

解得碰撞后 ab 金属杆的速度 $v_1 = 2$ m/s.

(3) ab 金属杆进入磁场后由能量守恒定律有 $\frac{1}{2}mv_1^2 = Q$

解得 $Q = 2$ J.

15. (1) $\frac{1}{Lv} \sqrt{2mgRv \sin \theta}$ (2) $\sqrt{\frac{3mvx}{8R}}$ (3) 0

解析: (1) N 沿倾斜导轨做匀速运动时, 由力的平衡条件, 有 $mg \sin \theta = F_{\text{安}}$

又因为 $F_{\text{安}} = B_1 IL$

且 $I = \frac{E}{2R}$, $E = B_1 Lv$

联立解得 $B_1 = \frac{1}{Lv} \sqrt{2mgRv \sin \theta}$.

(2) 在水平导轨上 N 从刚进入磁场到停止, 由动量定理有 $0 - mv = -B_2 \bar{I}Lt$

又因为 $q = \bar{I}t$, $\bar{I} = \frac{E}{2R}$

由法拉第电磁感应定律有 $\bar{E} = \frac{\Delta\Phi}{t} = \frac{3B_2 Lx}{4t}$

联立解得 $q = \sqrt{\frac{3mvx}{8R}}$, $B_2 = \frac{1}{L} \sqrt{\frac{8mvR}{3x}}$.

(3) 在水平导轨的磁场中运动的过程, 设 M 运动到 cd 边时, M 、 N 在磁场中相对靠近的位移为 Δx , 则此时 N 棒到 cd 边的距离为 $\frac{3}{4}x - \Delta x$

对于 M , 由动量定理有 $B_2 \bar{I}_1 L t_1 = \frac{mv}{4}$

又因为 $q_1 = \bar{I}_1 t_1$, $q_1 = \frac{B_2 L \Delta x}{2R}$

设此时 N 的速度大小为 v_1 , 由动量守恒定律有

$mv = mv_1 + \frac{1}{4}mv$

设 N 出磁场时的速度大小为 v_2 , 从 M 出磁场到 N 出磁场的过程中, 由动量定理有 $-B_2 \bar{I}_2 L t_2 = mv_2 - mv_1$

又因为 $q_2 = \bar{I}_2 t_2$, $q_2 = \frac{B_2 L}{2R} \left(\frac{3}{4}x - \Delta x \right)$

联立解得 $v_2 = 0$.

章末测试卷(五)

1. C 解析: 根据 $\omega = 2\pi f$ 得 $f = 5 \text{ Hz}$, A 错误; 由表达式 $i = 10\sin(10\pi t) \text{ A}$ 可知发电机线圈转动的角速度为 $10\pi \text{ rad/s}$, B 错误; 交变电流的峰值为 10 A , C 正确; 因电动势的峰值未知, 故无法求出穿过线圈的磁通量的最大值, D 错误.

2. B 解析: 由电压互感器的工作原理可知, 电压互感器应跨接在火线与零线之间, 且由于电压与匝数成正比, 故电压互感器应使高压电线并联接入匝数较多的线圈上, 故 B 正确, A、C、D 错误.

3. D 解析: 虚线是正弦交流电的图像, 其有效值为 $U_{\text{有}} = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}U_m}{2}$, 由图可知, 在任意时刻, 实线所代表的交流电的瞬时值都不大于虚线表示的正弦交流电的瞬时值, 则实线所代表的交流电的有效值小于虚线表示的正弦交流电的有效值, 则 $U < \frac{\sqrt{2}U_m}{2}$, 故 D 正确, A、B、C 错误.

4. B 解析: 由 $u = 200\sin 100\pi t (\text{V})$ 可知输入电压有效值为 $U_1 = \frac{200}{\sqrt{2}} \text{ V} = 100\sqrt{2} \text{ V}$, 由 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 可得, $U_2 = \frac{1}{10} \times 100\sqrt{2} \text{ V} = 10\sqrt{2} \text{ V}$, A 错误; 滑片 P 向 b 端滑动过程中, 副线圈负载电阻减小, U_2 不变, 则 I_2 变大, B 正确; 由 B 项分析知 U_1 不变, I_1 变大, C 错误; 变压器不改变交变电流的频率, D 错误.

5. C 解析: 发电机输出电流 $I_1 = \frac{P}{U_1} = \frac{100 \times 10^3}{250} \text{ A} = 400 \text{ A}$, A 错误; 输电线上损失的功率 $P_{\text{线}} = I_{\text{线}}^2 R_{\text{线}} = 5 \text{ kW}$, 所以 $I_{\text{线}} = \sqrt{\frac{P_{\text{线}}}{R_{\text{线}}}} = 25 \text{ A}$, B 错误; 用户得到的功率 $P_4 = P - P_{\text{线}} = (100 - 5) \text{ kW} = 95 \text{ kW}$, 则 $I_4 = \frac{P_4}{U_4} = \frac{95 \times 10^3}{220} \text{ A} = \frac{4750}{11} \text{ A} \approx 432 \text{ A}$, 故 $\frac{n_3}{n_4} = \frac{I_4}{I_{\text{线}}} = \frac{190}{11}$, C 正确, D 错误.

6. AC 解析: 在 $t = 0.01 \text{ s}$ 时刻, 电动势为 0, 则线圈位于中性面, 穿过线圈的磁通量最大, A 正确; 由题图乙可知, 电动势的最大值为 $E_m = 6\sqrt{2} \text{ V}$, 周期为 0.02 s , 则电动势的瞬时值表达式为 $e = E_m \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) = 6\sqrt{2} \sin 100\pi t (\text{V})$, D 错误; 理想电压表的示数为交流电的有效值, 并且测量外电路电压, 故 $U = \frac{E}{R+r} R = \frac{\frac{E_m}{\sqrt{2}}}{R+r} R = 5 \text{ V}$, B 错误; 灯泡消耗

的电功率 $P = \frac{U^2}{R} = \frac{25}{10} \text{ W} = 2.5 \text{ W}$, C 正确.

7. C 解析: 根据题意, 由题图乙可知, 金属框产生的电动势大小周期性变化, 但方向不变, 则金属框内电流大小会发生周期性变化, 但方向不变, A 正确; 根据题图乙可知, 金属框产生的电动势的最大值为 U_m , B 正确; 根据题意可知, 金属框转动 $\frac{1}{4}$ 周, 通过

电阻的电荷量为 $q_0 = \bar{I} \Delta t = \frac{\bar{E}}{R} \Delta t = \frac{\Delta \Phi}{R} \Delta t = \frac{\Delta \Phi}{R} = \frac{BL^2}{R}$, 由于电阻中电流方向不发生改变, 则金属框转动一周通过电阻的电荷量为 $q = 4q_0 = \frac{4BL^2}{R}$, C 错误; 根据题意, 设金属框转动的角速度为 ω , 有 $U_m = BL^2 \omega$, 又因为 $T = \frac{2\pi}{\omega}$, 有效值为 $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$, 则金属框转动一周, 电阻产生的焦耳热为 $Q = \frac{U^2}{R} \cdot T$, 联立可得 $Q = \frac{\pi U_m BL^2}{R}$, D 正确.

8. C 解析: 设原线圈两端电压为 U_1 , 根据电流的热效应可得 $\frac{U_1^2}{R} T = \left(\frac{311}{\sqrt{2}}\right)^2 \times \frac{T}{2}$, 解得 $U_1 = \frac{311}{2} \text{ V}$, 由 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 得 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{311}{44}$, A 错误; 输入端的电压不变, 匝数比不变, 则电压表示数不变, 若 R_T 处出现火灾时, R_T 电阻变小, 输出的总功率变大, 则输入端的电功率变大, 电压不变, 则电流表的示数变大, B 错误; 若 R_T 处出现火灾时, R_T 电阻变小, 输出的总功率变大, 副线圈中电流变大, R_0 两端电压变大, 则指示灯两端电压变小, 指示灯变暗, C 正确; 有二极管时原线圈两端电压为 $\frac{311}{2} \text{ V}$, 没有二极管时原线圈两端电压为 $\frac{311\sqrt{2}}{2} \text{ V}$, 则原线圈两端电压变为原来的 $\sqrt{2}$ 倍, 由于匝数比不变, 则电压表的示数变为原来的 $\sqrt{2}$ 倍, D 错误.

9. AD 解析: 交变电流的周期 $T = 2\pi \times 10^{-2} \text{ s}$, $E_m = nBS\omega = n\Phi_m \omega = 100 \times 2.0 \times 10^{-2} \times \frac{2\pi}{2\pi \times 10^{-2}} \text{ V} = 200 \text{ V}$, 有效值 $E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = \frac{200}{\sqrt{2}} \text{ V} = 100\sqrt{2} \text{ V}$, 电压表的示数为路端电压, 则 $U = \frac{E}{R+r} R = 134 \text{ V}$, 故 A 正确, B 错误; 交变电流的频率为 $f = \frac{1}{T} =$

$\frac{1}{2\pi \times 10^{-2}} \text{ Hz} = \frac{50}{\pi} \text{ Hz}$, 电流方向每秒改变的次数为 $2 \times \frac{50}{\pi} = \frac{100}{\pi}$, C 错误; 电阻 R 消耗的功率为 $P = \left(\frac{E}{R+r}\right)^2 R = 190 \text{ W}$, D 正确.

10. AC 解析: 设 ab 端的输入电压为 U , 则原线圈的输入电压为 $U_1 = U - U_L$, 由理想变压器的变压规律有 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{U - U_L}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{3}$, 而 U_2 为可变电阻两端的电压, 所以 ab 端电压 U 与可变电阻两端的电压 U_2 比不为 $1:3$, B 错误; 根据理想变压器的电流关系有 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{3}{1}$, 所以原、副线圈中的电流比为 $3:1$, A 正确; 若可变电阻接入电路的阻值变大, 假设副线圈的输出电压不变, 则副线圈中的电流 I_2 减小, 由变压器的电流关系可知, 原线圈中的电流 I_1 也减小, 根据 $U_1 = U - U_L = U - I_1 R_0$ 可知, 原线圈输入电压 U_1 变大, 根据变压器的电压关系可知, 副线圈的输出电压 U_2 变大, 则电压表示数变大, C 正确; 根据能量守恒定律可得, 可变电阻消耗的功率为 $P = UI_1 - I_1^2 R_0$, 当 $I_1 = \frac{U}{2R_0}$ 时, 可变电阻消耗的功率最大, 有 $U_1 = U - I_1 R_0 = \frac{1}{2}U$, 根据理想变压器的电压关系 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{3}$ 可知, 此时可变电阻两端的电压为 $U_2 = 3U_1 = \frac{3U}{2}$, 据理想变压器的电流关系 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{3}{1}$ 可知, 此时流过可变电阻的电流为 $I_2 = \frac{1}{3}I_1 = \frac{U}{6R_0}$, 则可变电阻的阻值为 $R = \frac{U_2}{I_2} = 9R_0$, 所以当可变电阻接入电路的阻值为 $9R_0$ 时, 可变电阻消耗的功率最大, D 错误.

11. 交流电源 增大 减小 控制变量法

解析: 变压器不能改变直流电的电压, 故电源应为低压交流电源. 由 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2}$ 知 $U_2 = \frac{n_2}{n_1}U_1$, 原线圈的匝数不变, 增加副线圈的匝数 n_2 , 则副线圈两端的电压增大, 由 $U_2 = \frac{n_2}{n_1}U_1$ 可知 n_2 不变, n_1 增大, 则 U_2 减小. 上述实验采用的方法是控制变量法.

12. (1)DE (2)C

13. (1)6.28 V 6.28 A (2) $e = 6.28 \cos(10\pi t) \text{ V}$
(3)3.14 V

解析: (1)电动势的峰值

$$E_m = NBS\omega = 10 \times 0.5 \times 0.2^2 \times 10\pi \text{ V} = 6.28 \text{ V}$$

电流的峰值 $I_m = \frac{E_m}{R} = 6.28 \text{ A}$.

(2)感应电动势的瞬时值表达式

$$e = E_m \cos \omega t = 6.28 \cos(10\pi t) \text{ V}.$$

(3)线圈转过 60° , 感应电动势的瞬时值 $e = E_m \cos 60^\circ = 3.14 \text{ V}$.

14. (1)50 V 5:2 (2)10 A 50 W 150 W
(3)0.3 m/s

解析: (1)原线圈两端电压的有效值为 $U_1 = \frac{U_m}{\sqrt{2}} =$

50 V

照明灯正常工作, 则副线圈两端电压为 $U_2 = 20 \text{ V}$

原、副线圈的匝数之比为 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{5}{2}$.

(2)通过照明灯的电流为 $I_L = \frac{P_L}{U_2} = 0.5 \text{ A}$

通过电动机的电流为 $I_M = I_2 - I_L = 10 \text{ A}$

电动机的发热功率为 $P_{\text{热}} = I_M^2 r = 50 \text{ W}$

电动机的输出功率为 $P_{\text{输出}} = U_2 I_M - P_{\text{热}} = 150 \text{ W}$.

(3)电动机的输出功率等于物体克服重力做功的功率, 有 $P_{\text{输出}} = mgv$

解得 $v = 0.3 \text{ m/s}$.

15. (1) $300\sqrt{2} \text{ V}$ (2)160 W (3)280 V

解析: (1)根据正弦式交变电流的产生规律可知, 感应电动势的最大值为 $E_m = NBS\omega$

代入数据解得 $E_m = 300\sqrt{2} \text{ V}$.

(2)设降压变压器原、副线圈中的电流分别为 I_3 、

I_4 , 电动机恰能正常工作, 有 $I_4 = \frac{P_M}{U_M} = 40 \text{ A}$

根据 $\frac{I_3}{I_4} = \frac{n_4}{n_3}$

可得 $I_3 = \frac{n_4 I_4}{n_3} = 4 \text{ A}$

所以输电线路上的损耗的电功率为 $\Delta P = I_3^2 R = 160 \text{ W}$.

(3)根据 $\frac{U_3}{U_4} = \frac{n_3}{n_4}$

得 $U_3 = \frac{n_3 U_4}{n_4} = \frac{n_3 U_M}{n_4} = 2200 \text{ V}$

升压变压器副线圈两端的电压为

$$U_2 = U_3 + I_3 R = 2240 \text{ V}$$

又 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$

可得 $U_1 = \frac{n_1 U_2}{n_2} = 280 \text{ V}$.

章末测试卷(六)

1. A 解析: 电磁波按波长由长到短的顺序排列, 依次

是无线电波、红外线、可见光、紫外线、X射线、 γ 射线。又波长越长的电磁波,其频率越小,由此可知,电磁波按频率由大到小的排列顺序为 γ 射线、X射线、紫外线、可见光、红外线、无线电波。故A正确,B、C、D错误。

2. A 解析:自动洗衣机中的压力传感器、数字体重计所用的测力装置都应用了力传感器,A正确;在天黑楼道里出现声音时,楼道里的灯才亮,说明它的控制电路中既有声音传感器,又有光传感器,但红外报警装置是应用了红外线传感器,B错误;发光二极管不是光传感器,C错误;霍尔元件能把磁感应强度这个磁学量转换成电压这个电学量,D错误。

3. A 解析:由 $q-t$ 图像知, $1 \times 10^{-6} \sim 2 \times 10^{-6}$ s时间内,电容器电荷量增多,可判断电容器为充电过程;由于电磁波的频率与产生电磁波的振荡电路的频率相同,振荡电路周期 $T=4 \times 10^{-6}$ s,真空中 $v=c=3 \times 10^8$ m/s,由 $v=\frac{\lambda}{T}$,得 $\lambda=vT=3 \times 10^8 \times 4 \times 10^{-6}$ m=1 200 m,故A正确,B、C、D错误。

4. D 解析:温度高于警戒温度时,控制电路的电磁铁中有电流通过,电磁铁有磁性,此时电铃通过触点与工作电路接通,电铃报警,此时指示灯的电路中没有电流,指示灯熄灭,故A、C错误;温度低于警戒温度时,控制电路处于断路状态,电磁铁中没有电流通过,没有磁性,此时指示灯通过触点与工作电路接通,指示灯亮,电铃不报警,故B错误,D正确。

5. ABD 解析:根据线圈中的磁场方向可知回路中的电流方向为逆时针方向(俯视),因磁场正在减弱,则电流正在减小,电容器正在充电,电容器的带电荷量正在增大,且上极板带正电,电容器极板间场强方向向下,振荡电路中磁场能正在向电场能转化。故A、B、D正确,C错误。

6. CD 解析:由图像可得 $R=300-0.2F(\Omega)$,当电阻 $R=0$ 时,压力 $F_{\max}=1\,500$ N,但压力传感器的电阻为零时,电源短路,则压力传感器的电阻最小值不能为零,则压力最大值不能为1 500 N,故A、B错误;空载时, $F=0$,根据图像知此时 $R=300\,\Omega$, $I=\frac{U}{R}=\frac{6.0\text{ V}}{300\,\Omega}=20\text{ mA}$,C正确;当 $F=900\text{ N}$,由 $R=300-0.2F(\Omega)$,可得 $R=120\,\Omega$,D正确。

7. C 解析:当罐中液面上升时,相当于插入的电介质变多,电容器两极板间的相对介电常数变大,则电容器的电容 C 增大,根据 $T=2\pi\sqrt{LC}$,可知LC电

路的振荡周期 T 增大,又 $f=\frac{1}{T}$,所以振荡频率减小,故C正确,A、B、D错误。

8. A 解析:由题图甲可知,随着温度的升高,电阻 R 的阻值增大,电路中的电流减小;反之,温度降低,阻值减小,电流增大,当温度为 t_1 时,整个电路的电阻最小,电流最大,故 t_1 应标在电流较大的刻度上,A正确,B错误;从题图甲中可知,电阻阻值可表示为 $R=R_0+kt$,根据欧姆定律 $I=\frac{E}{R}=\frac{E}{R_0+kt}$,可知通过电流表的电流与温度呈非线性关系, I 随 t 的升高而减小,C、D错误。

9. AD 解析:严重污染时,透过污水照到LDR上的光较弱,LDR电阻较大,A正确,B错误;LDR由半导体材料制成,受光照影响电阻会发生变化,光照强度增大,阻值减小,反之阻值增大,C错误;白天和晚上自然光强弱不同,会影响LDR的电阻,D正确。

10. CD 解析:根据LC振荡电路的周期公式 $T=2\pi\sqrt{LC}$ 知,当 $t=\frac{\pi}{2}\sqrt{LC}=\frac{T}{4}$ 时,电容器刚好充电完毕,则流经线圈的电流最小,电路中电场能最大,A错误,C正确;当 $t=\pi\sqrt{LC}=\frac{T}{2}$ 时,电容器刚好放电结束,流经线圈的电流最大,方向由 b 到 a ,B错误;当 $t=\frac{3\pi}{2}\sqrt{LC}=\frac{3}{4}T$ 时,电容器刚好反向充电结束,电容器两极板间电压最大,极板上所带电荷量最多,且左极板带有正电荷,D正确。

11. (1)D (2)C (3)E

解析:(1)X光机是用来透视人体内器官的,因此需要具有较强穿透力的电磁波,但又不能对人体造成太大的伤害,因此采用X射线,选D。

(2)紫外线灯主要是用来杀菌的,它应用的是紫外线的杀菌作用而非荧光作用,因此选C。

(3)“神灯”又称红外线灯,主要是用于促进局部血液循环,它利用的是红外线的热效应,使人体局部受热,血液循环加快,因此选E。

12. (1)A、B端 (2)260

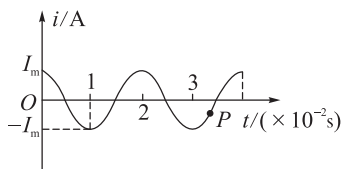
解析:(1)当线圈中的电流较小时,继电器的衔铁在上方,恒温箱的加热器处于工作状态,恒温箱内温度升高,热敏电阻 R 的阻值随之变小,线圈中电流增大,衔铁被吸下来,加热器断开,故恒温箱内的加热器应该接在A、B端。

(2)要使恒温箱内的温度保持在 $50\text{ }^\circ\text{C}$,即 $50\text{ }^\circ\text{C}$ 时线圈内的电流为 $I=20\text{ mA}$ 。由闭合电路欧姆定律

得 $I = \frac{E}{R+R'+r}$, 式中 r 为继电器的电阻, 解得 $R+R'+r=450\ \Omega$. 由题图甲可知, $50\ ^\circ\text{C}$ 时热敏电阻的阻值为 $90\ \Omega$, 所以 $R'=450\ \Omega-R-r=260\ \Omega$.

13. 充电 带正电

解析: 根据题意画出此 LC 电路的振荡电流随时间的变化图像, 设电流逆时针方向为正方向, 如图所示. 结合图像, $t=3.4\times 10^{-2}\ \text{s}$ 时刻设为图像中的 P 点, 则该时刻正处于反向电流的减小过程, 所以电容器正处于反向充电状态, 上极板带正电.



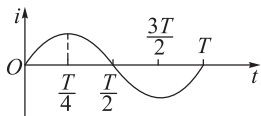
14. (1) $6.28\times 10^{-4}\ \text{s}$ (2) 减小 充电过程

解析: (1) 由 LC 振荡电路的周期公式可得

$$T=2\pi\sqrt{LC}=2\times 3.14\times\sqrt{2.5\times 10^{-3}\times 4\times 10^{-6}}\ \text{s}=6.28\times 10^{-4}\ \text{s}.$$

(2) 因为 $t=9.0\times 10^{-3}\ \text{s}\approx 14.33T$, 而 $\frac{T}{4}<0.33T<\frac{T}{2}$, 由电磁振荡的周期性知, 当 $t=9.0\times 10^{-3}\ \text{s}$ 时, LC 电路中的电磁振荡正在第二个 $\frac{T}{4}$ 的变化过程中

$t=0$ 时, 电容器上电压最大, 极板上电荷量最大, 电路中电流为零, 电路中电流随时间的变化规律如图所示: 第一个 $\frac{T}{4}$ 内, 电容器放电, 电流由零增至最大; 第二个 $\frac{T}{4}$ 内, 电容器被反向充电, 电流由最大减小至零. 显然, 在 $t=9.0\times 10^{-3}\ \text{s}$ 时, 即在第二个 $\frac{T}{4}$ 内, 线圈中的电流在减小, 电容器正处在反向充电过程中.



15. (1) $R=300-0.4F(\Omega)$ (2) $550\ \text{N}$ (3) 见解析

解析: (1) 把压力大小作为横坐标, 把电阻作为纵坐标, 在坐标系中描点连线即可得压敏电阻 R 的阻值随压力大小 F 变化的图像, 如图所示. 根据 R 的阻值随压力 F 变化的图像可知, 压敏电阻 R 的阻值与压力 F 是一次函数关系, 设函数关系式为 $R=kF+b$

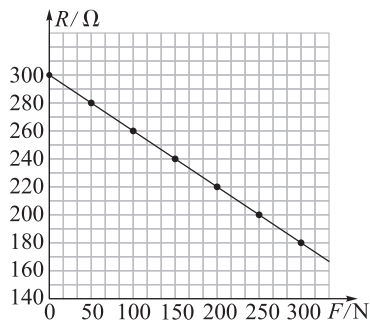
把 $F=50\ \text{N}$ 、 $R=280\ \Omega$ 和 $F=100\ \text{N}$ 、 $R=260\ \Omega$ 代

入, 解得 $k=-0.4$, $b=300$

所以电阻 R 随压力 F 变化的函数式为 $R=300-0.4F(\Omega)$.

(2) 从上式可知, 压力增大时, 压敏电阻阻值减小, 当电阻 R_0 两端的电压为 $5\ \text{V}$ 时, 压敏电阻两端的电压 $U_1=E-U_0=1\ \text{V}$, 根据串联电路特点可得 $\frac{R}{R_0}=\frac{U_1}{U_0}=\frac{1}{5}$, 代入数据解得 $R=80\ \Omega$. 把 $R=80\ \Omega$ 代入 $R=300-0.4F(\Omega)$ 中, 解得 $F=550\ \text{N}$.

(3) 根据闭合电路欧姆定律得 $I=\frac{E}{R+R_0}$, 把 $R=300-0.4F(\Omega)$ 、 $E=6\ \text{V}$ 、 $R_0=400\ \Omega$ 代入上式, 化简得 $F=1\ 750-\frac{15}{I}(\text{N})$, 所以压力和电流不是一次函数关系, 故该测力显示器的刻度不均匀.



阶段测试卷(一)

1. B **解析:** 均匀变化的电场在周围空间产生恒定的磁场, A 错误; 麦克斯韦首先预言了电磁波的存在, 赫兹最先用实验证实了电磁波的存在, B 正确; 电磁波可以在真空中传播, C 错误; 各种频率的电磁波在真空中传播的速度相同, 等于光速, D 错误.

2. C **解析:** 金属热电阻的电阻率随温度的升高而增大, A 错误; 干簧管是磁控开关, B 错误; 当温度升高时, 双金属片向膨胀系数小的一边发生弯曲, 触点断开, 则双金属片上层金属的膨胀系数大于下层金属片的膨胀系数, C 正确; 光敏电阻随光强增强阻值减小, 导电性能增强, D 错误.

3. B **解析:** 当两根绝缘细线所受拉力为零时, 即等边三角形线框 MLN 所受的安培力与重力大小相等, 方向相反, 由于 MLN 导线的等效长度为 L , 由并联电路特点可知, $I_{MN}=2I_{MLN}$, 由平衡条件有 $BI_{MN}L+B\cdot\frac{I_{MN}}{2}L=mg$, 解得 $I_{MN}=\frac{2mg}{3BL}$. 故 B 正确, A、C、D 错误.

4. D **解析:** 由题中交变电流的图像可知, 在 A、C 时刻产生的感应电流最大, 对应的感应电动势最大, 线圈处于垂直中性面的位置, A 错误; 在 B、D 时刻

感应电流为零,对应的感应电动势为零,即磁通量的变化率为零,此时磁通量最大,B错误;从A~D,经历的时间为 $\frac{3}{4}$ 周期,线圈转过的角度为 $\frac{3}{2}\pi$,C错误;假设从O~D历时0.02 s,那么交变电流的周期为0.02 s,而一个周期内电流的方向改变两次,所以1 s内交变电流的方向改变了100次,D正确.

5. C 解析:由题图乙可知,磁感应强度随时间不断增大,磁场方向竖直向上,由楞次定律可知,金属环中感应电流方向为顺时针(从上往下看),由于在磁场中闭合金属环右侧为电源,电源内部电流从低电势流向高电势,电源外部电流由高电势流向低电势,则N点电势高于M点电势,A错误;根据法拉第电磁感应定律可得感应电动势为 $E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot$

$$\frac{S}{2} = 5\pi \times 10^{-4} \text{ V}, M、N \text{ 两点间电压为路端电压,则}$$

$$U_{MN} = \frac{E}{2} = 2.5\pi \times 10^{-4} \text{ V}, B \text{ 错误;金属环中的电流}$$

$$\text{为 } I = \frac{E}{R} = \frac{5\pi \times 10^{-4}}{1.0} \text{ A} = 5\pi \times 10^{-4} \text{ A}, t = 3 \text{ s 时,磁}$$

感应强度为 $B' = 0.5 \text{ T}$,金属环所受的安培力大小为 $F = B'IL_{\text{有效}} = 0.5 \times 5\pi \times 10^{-4} \times 20 \times 10^{-2} \text{ N} = 5\pi \times 10^{-5} \text{ N}$,故C正确,D错误.

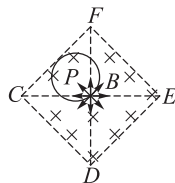
6. D 解析:闭合开关S后,因 A_1 和线圈并联,则 A_1 立刻亮,A错误;闭合开关S稳定后,因线圈L的直流电阻不计,所以 A_1 与二极管被短路,导致灯泡 A_1 不亮,而 A_2 将更亮,因此 A_1 、 A_2 亮度不同,B错误;断开S的瞬间, A_2 会立刻熄灭,线圈L与灯泡 A_1 及二极管构成回路,因线圈产生感应电动势,a点的电势低于b点,但二极管具有单向导电性,所以回路中没有感应电流, A_1 也是立即熄灭,故C错误,D正确.

7. C 解析:根据原副线圈电流与匝数成反比,得原副线圈的电流之比 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$,根据 $P = I^2 R$ 及题意得原副线圈回路中电阻消耗的功率之比 $k = \frac{I_1^2}{I_2^2} = \frac{1}{16}$,解得原、副线圈的匝数比为 $n_1 : n_2 = 4 : 1$,根据原副线圈电压与匝数成正比,得原线圈两端的电压为 $4U$,根据 $U = IR$ 知原线圈回路中电阻两端的电压为 $\frac{U}{4}$,在原线圈回路中 $4U + \frac{U}{4} = 170 \text{ V}$,解得 $U = 40 \text{ V}$,故C正确,A、B、D错误.

8. C 解析:由法拉第电磁感应定律和欧姆定律得: $I = \frac{E}{R} = \frac{\Delta\Phi}{R\Delta t} = \frac{S}{R} \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t}$,所以线圈中的感应电流取

决于磁感应强度B的变化率, $B-t$ 图像的斜率为 $\frac{\Delta B}{\Delta t}$,故在2~3 s内感应电流的大小是0~1 s内的2倍.再由 $B-t$ 图像可知,0~1 s内,B增大,则 Φ 增大,由楞次定律知,感应电流方向为逆时针,所以0~1 s内的电流为负值;同理可得,1~2 s内的电流为零;2~3 s内的电流为正值,故C正确,A、B、D错误.

9. D 解析:离子在磁场中恰好不射出正方形区域的轨迹如图所示.根据几何知识可知,其轨迹半径为 $R = \frac{L}{4}$,因为 $qvB = m \frac{v^2}{R}$,所以有 $v = \frac{qRB}{m} = \frac{qBL}{4m}$,所以离子不从正方形区域射出的速度需要满足 $0 < v \leq \frac{qBL}{4m}$,故A、B、C错误,D正确.



10. D 解析:在平行板间,电场力和洛伦兹力平衡,有 $qE = qvB$,由此可知,三个粒子速度大小相等,故A、B错误;根据洛伦兹力提供向心力,有 $qvB = \frac{mv^2}{r}$, $\frac{q}{m} = \frac{v}{Br}$,由图可以发现 $r_1 < r_2 < r_3$,轨迹半径越大,比荷越小,故有 $\frac{q_1}{m_1} > \frac{q_2}{m_2} > \frac{q_3}{m_3}$,故C错误,D正确.

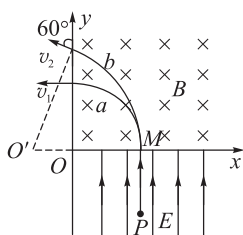
11. AC 解析:由题意可知,送电线圈中通入了正弦式交变电流,可知电流产生的磁场也呈周期性变化,A正确;由变压器的工作原理可知,受电线圈中输出的电流按余弦规律变化,因此受电线圈中感应电流产生的磁场随电流的变化而变化,B错误;送电线圈和受电线圈的能量传递是通过互感现象实现的,C正确;由于送电线圈产生的磁场并没有全部穿过受电线圈,即有磁通量的损失,又由于送电线圈和受电线圈中的电流会产生热效应,因此该充电过程存在能量的损失,D错误.

12. AD 解析:在 $t_1 \sim t_2$ 时间内,外加磁场的磁感应强度增大且图线斜率在增大,则在导线框中产生顺时针方向且大小增加的电流,该电流产生的磁场通过圆环,在圆环内产生感应电流,据“增缩减扩”可以判定圆环有收缩趋势,A正确;在 $t_2 \sim t_3$ 时间内,外加磁场均匀变化,在导线框中产生稳定电流,该电流产生稳定磁场,该磁场通过圆环时,圆环中没有感应电流,故B、C错误;在 $t_3 \sim t_4$ 时间内,外加磁场方向向下且减小,又知图线斜率也减

小,在导线框中产生顺时针方向减小的电流,该电流产生向内减小的磁场,则圆环内产生顺时针方向的电流,D正确.

13. AC 解析:根据 $P_{\text{线}} = I_{\text{线}}^2 R$,解得 $I_{\text{线}} = 20 \text{ A}$,A 正确;设升压变压器原线圈电流为 I_1 , $U_1 I_1 = P_{\text{线}} + nP_{\text{灯}}$,解得 $I_1 = 184 \text{ A}$,升压变压器的匝数比为 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{20}{184} = \frac{1}{9}$,B 错误;降压变压器的副线圈的电流为 $I_4 = n \frac{P}{U_L} = 1100 \times \frac{40}{220} \text{ A} = 200 \text{ A}$,降压变压器的匝数比为 $n_3 : n_4 = I_4 : I_3 = 200 : 20 = 10 : 1$,C 正确;发电机的输出功率为 $P_{\text{出}} = U_1 I_1 = 250 \times 184 \text{ W} = 46 \text{ kW}$,D 错误.

14. AD 解析:粒子在电场中加速,设加速的位移为 d ,则根据动能定理,有 $qEd = \frac{1}{2}mv^2$,所以 $v = \sqrt{\frac{2qEd}{m}}$,粒子在磁场中运动时,其轨迹如图,a 粒子的圆心为 O ,半径为 R_1 ,b 粒子的圆心为 O' ,半径为 R_2 ,根据几何知识可知, $R_2 \cdot \sin 30^\circ + R_1 = R_2$,则 $R_1 : R_2 = 1 : 2$,根据洛伦兹力提供向心力,有 $qvB = \frac{mv^2}{R}$,故 $R = \frac{mv}{qB}$,联立可得 $\frac{m_1}{q_1} : \frac{m_2}{q_2} = 1 : 4$,将上式代入可得 $v_1 : v_2 = 2 : 1$,故 A 正确,B 错误;粒子在磁场中运动的周期为 $T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$,所以两粒子在磁场中运动的时间之比为 $t_1 : t_2 = \frac{90^\circ}{360^\circ} T_1 : \frac{60^\circ}{360^\circ} T_2 = \frac{2\pi m_1}{4 \cdot q_1 B} : \frac{2\pi m_2}{6 \cdot q_2 B} = 3 : 8$,故 C 错误,D 正确.

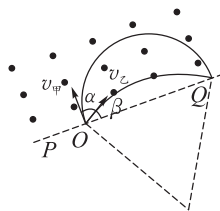


15. CD 解析:根据题图乙可知,在 $t_0 \sim 3t_0$ 时间内,线框做匀加速直线运动,所受合外力为 F ,根据牛顿第二定律可得加速度为 $a = \frac{F}{m}$,解得 t_0 时刻线框的速度为 $v = v_0 - a \cdot 2t_0 = v_0 - \frac{2Ft_0}{m}$,A 错误; $t = 0$ 时刻,线框右侧边 MN 两端的电压为外电压,线框产生的感应电动势为 $E = Bav_0$,外电压即 MN 两端的电压为 $U_{\text{外}} = \frac{3}{4}E = \frac{3}{4}Bav_0$,B 错误;线框进入磁场过程中,流过某一截面的电荷量为 $q =$

$$I\Delta t = \frac{E}{R}\Delta t, \text{ 而 } E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{Ba^2}{\Delta t}, \text{ 联立解得 } q = \frac{Ba^2}{R}, \text{ C}$$

正确;由题图乙可知,线框在位置 1 和位置 2 时的速度相等,根据动能定理,知外力做的功等于克服安培力做的功,即有 $Fb - W_{\text{克安}} = \Delta E_k = 0$,解得 $W_{\text{克安}} = Fb$,故线框中产生的焦耳热为 Fb ,D 正确.

16. BC 解析:甲、乙两粒子在磁场中的运动情况如图所示.粒子在加速过程中,根据动能定理有 $qU = \frac{1}{2}mv^2$,解得 $v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$,粒子在磁场中做匀速圆周运动,洛伦兹力提供向心力,则有 $Bqv = \frac{mv^2}{R}$,解得运动的半径为 $R = \frac{mv}{qB}$,根据几何知识可知,甲、乙两粒子在磁场中运动的半径之比为 $R_{\text{甲}} : R_{\text{乙}} = 1 : 2$,联立解得 $\frac{m_{\text{甲}}}{q_{\text{甲}}} : \frac{m_{\text{乙}}}{q_{\text{乙}}} = 1 : 4$, $v_{\text{甲}} : v_{\text{乙}} = 2 : 1$,A 错误,B 正确;甲粒子在磁场中运动的轨迹对应的圆心角为 180° ,乙粒子在磁场中运动的轨迹对应的圆心角为 60° ,则甲、乙粒子在磁场中运动的时间之比为 $t_{\text{甲}} : t_{\text{乙}} = \left(\frac{1}{2} \times \frac{2\pi m_{\text{甲}}}{q_{\text{甲}}B}\right) : \left(\frac{1}{6} \times \frac{2\pi m_{\text{乙}}}{q_{\text{乙}}B}\right) = 3 : 4$,C 正确,D 错误.



17. (1)①③②④ (2) $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$

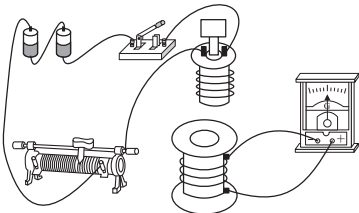
解析:(1)在“探究变压器两个线圈的电压关系”的实验中,首先将两个线圈套到可拆变压器的铁芯上;再将匝数较多的一组线圈接到学生电源的交流电源输出端上,另一个作为副线圈,接上小灯泡;然后闭合电源开关,用多用电表的交流电压挡分别测量原线圈和副线圈两端的电压;最后将原线圈与副线圈对调,重复以上步骤.可知顺序为①③②④.

(2)两线圈对调前 $n_1 = 1600$, $n_2 = 400$,当 $U_1 = 12 \text{ V}$ 时, $U_2 = 3 \text{ V}$,可知 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$,原线圈与副线圈对调后, $n_1 = 400$, $n_2 = 1600$,当 $U_1 = 2 \text{ V}$ 时, $U_2 = 8 \text{ V}$,可知 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$,由以上分析可初步确定 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$.

18. (1)见解析图 (2)①发生 ②发生 ③相反

(3)BD

解析:(1)将电源、开关、滑动变阻器、螺线管 A 串联成一个回路,再将电流计与螺线管 B 串联成另一个回路,如图所示.

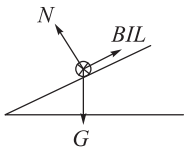


(2)①闭合开关,磁通量增加,指针向右偏转,将螺线管 A 迅速插入螺线管 B,穿过螺线管 B 的磁通量增加,则灵敏电流计的指针将向右偏转;②螺线管 A 插入螺线管 B 后,将滑动变阻器滑片迅速向左拉时,滑动变阻器接入电路的电阻增大,则电流减小,穿过螺线管 B 的磁通量减小,则灵敏电流计指针向左偏转;③两过程中灵敏电流计指针偏转方向相反.

(3)如果螺线管 B 两端不接任何元件,线圈中仍有磁通量的变化,仍会产生感应电动势,不过没有感应电流存在,可根据楞次定律判断出感应电动势的方向,B、D 正确,A、C 错误.

19. (1) $\frac{mg \sin \alpha}{I_1 l}$ 垂直导轨平面向上 (2) $\frac{I_1}{\cos \alpha}$

解析:(1)只有当安培力方向沿导轨平面向上时安培力才最小,B 也最小,此时由左手定则知,磁感应强度方向垂直导轨平面向上,对导体棒进行受力分析,有

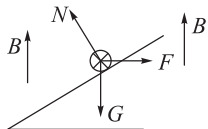


由共点力平衡,有

$$F_{\text{安min}} = mg \sin \alpha = B_{\text{min}} I_1 l$$

$$\text{则 } B_{\text{min}} = \frac{mg \sin \alpha}{I_1 l}.$$

(2)若磁场竖直向上,对杆受力分析如图所示



由共点力平衡,有 $\tan \alpha = \frac{F_{\text{安}}}{mg}$

$$F_{\text{安}} = mg \tan \alpha = B I_2 l$$

$$\text{把 } B \text{ 代入整理得 } I_2 = \frac{I_1}{\cos \alpha}.$$

20. (1) 100 V $50\sqrt{2}$ V (2) $40\sqrt{2}$ V $5\sqrt{2}$ A

$$(3) \frac{200}{\pi} \text{ V}$$

解析:(1)由题意知,交流电的频率

$$f = n = \frac{300}{60} \text{ Hz} = 5 \text{ Hz}$$

$$\text{角速度为 } \omega = 2\pi f = 10\pi \text{ rad/s}$$

$$\text{感应电动势的最大值 } E_m = NBS\omega = 100 \times \frac{1}{\pi} \times 0.1 \times 10\pi \text{ V} = 100 \text{ V}$$

$$\text{感应电动势的有效值 } E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = 50\sqrt{2} \text{ V}.$$

(2)线圈电阻为 2Ω ,外接电阻 $R = 8 \Omega$,根据闭合电路欧姆定律,则交流电压表的电压

$$U = \frac{E}{R+r} R = 40\sqrt{2} \text{ V}$$

电流表的示数

$$I = \frac{E}{R+r} = 5\sqrt{2} \text{ A}.$$

(3)线圈由图示位置转过 $\frac{\pi}{2}$ 的过程中

$$\Delta\Phi = |\Phi_2 - \Phi_1| = BS = \frac{1}{\pi} \times 0.1 \text{ Wb} = \frac{1}{10\pi} \text{ Wb}$$

这段时间内交变电动势的平均值

$$\bar{E} = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 100 \times \frac{\frac{1}{10\pi}}{\frac{1}{4}} = \frac{200}{\pi} \text{ V}.$$

21. (1) 2.0 m/s^2 (2) 2.0 m/s (3) 0.1 J

解析:(1)设金属棒的加速度大小为 a ,由牛顿第二定律得

$$mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma$$

$$\text{解得 } a = 2.0 \text{ m/s}^2.$$

(2)设金属棒到达 cd 位置时速度大小为 v ,电流为 I ,金属棒受力平衡,有 $mg \sin \theta = BIL + \mu mg \cos \theta$

$$I = \frac{BLv}{R}$$

$$\text{解得 } v = 2.0 \text{ m/s}.$$

(3)设金属棒从 ab 运动到 cd 的过程中,电阻 R 上产生的热量为 Q ,由能量守恒定律,有

$$mgs \cdot \sin \theta = \frac{1}{2} mv^2 + \mu mgs \cdot \cos \theta + Q$$

$$\text{解得 } Q = 0.1 \text{ J}.$$

22. (1) $\sqrt{\frac{2qU}{m}}$ (2) $\frac{4Ud}{L^2}$ (3) $\frac{1}{3} d$

解析:(1)离子在 AB 与 CD 两极间加速,由动能定理有 $qU = \frac{1}{2} mv^2 - 0$

$$\text{离子到达 } CD \text{ 极时的速度 } v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}.$$

(2)正离子在 II 区做类平抛运动,且从 E 点射入的

正离子恰好打到 H 点

水平方向 $L=vt$

竖直方向 $d=\frac{1}{2}at^2, qE=ma$

解得 $E=\frac{4Ud}{L^2}$.

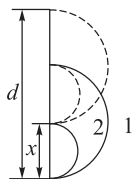
(3) 设两种离子在磁场中做匀速圆周运动的轨迹

半径分别为 R_1 和 R_2 , 由 $qvB=m\frac{v^2}{R}$ 得

$$R_1=\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2UM}{q}}, R_2=\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2Um}{q}}$$

半径关系 $\frac{R_1}{R_2}=\sqrt{\frac{M}{m}}$

因为 $M=4m$, 所以 $R_1=2R_2$, 画出两种离子在磁场中运动的临界情况如图所示



此时质量为 M 的正离子在收集板上的最低点与质量为 m 的正离子在收集板上的最高点重合, 此时狭缝最大值 x 应满足 $x=2R_1-2R_2, d=2R_1+x$

解得 $x=\frac{1}{3}d$.

章末测试卷(七)

- 1. D 解析:** 液体温度越低, 悬浮颗粒越大, 布朗运动越缓慢, A 错误; 布朗运动是悬浮在液体中固体微粒的无规则运动, 是由于液体分子从各个方向对悬浮微粒撞击作用的不平衡引起的, 布朗运动反映了液体中分子的无规则运动, 故 B、C 错误, D 正确.
- 2. C 解析:** 气体分子单位时间与器壁单位面积碰撞的次数不仅与温度有关, 还与单位体积内的分子数有关, A 错误; 由于分子的无规则运动, 气体的体积可以占据很大的空间, 气体分子之间的距离大于分子直径, 故不能用摩尔体积除以分子体积得到阿伏伽德罗常量, B 错误; 扩散可以在固体中进行, 生产半导体器件时需要在纯净的半导体材料中掺入其他元素, 这可以在高温条件下利用分子的扩散来完成, C 正确; 水流速度是机械运动的速度, 不能反映水分子的热运动情况, D 错误.
- 3. B 解析:** 知道一定量氧气的质量与分子质量, 可以求出氧气分子的总个数, 不能计算出阿伏伽德罗常数, A 错误; 氧气的摩尔质量除以氧气分子的质量等于阿伏伽德罗常数, B 正确; 利用氧气分子占据空间的体积和氧气的摩尔体积, 可求出阿伏伽德罗

常数, 气体分子间隙较大, 利用氧气分子的体积和氧气的摩尔体积, 不能求出阿伏伽德罗常数, C 错误; 知道一定量氧气的体积与摩尔体积, 能求出氧气的物质的量, 不能求出阿伏伽德罗常数, D 错误.

- 4. C 解析:** 布朗运动是悬浮在液体中的固体小颗粒做的无规则运动, 由于小颗粒是由大量分子构成的, 所以布朗运动不是分子的运动, A 错误; 同种物质的分子, 若温度不同, 其热运动的剧烈程度也不同, B 错误; 温度是分子热运动激烈程度的反映, 温度越高, 分子热运动越激烈, 与物体运动的速度无关, 由于气体和液体的温度高低不确定, 所以气体分子的热运动不一定比液体分子激烈, 故 C 正确, D 错误.
- 5. ABD 解析:** 温度是分子平均动能的标志, 温度越高, 分子平均动能越大, A 正确; 由不同温度下的分子速率分布曲线可知, 两个容器中氢分子的速率都呈现“中间多、两头少”的分布规律, B 正确; 温度升高, 并不是所有分子的速率都增大, C 错误; 温度升高则分子运动的剧烈程度增大, 则单位时间内撞击容器壁的分子数增加, 故对容器壁单位面积的平均作用力更大, D 正确.
- 6. A**
- 7. ACD 解析:** 由于是每隔 5 s 记录下颗粒的位置, 最后将这些位置用直线依次连接, 但并不知道这 5 s 时间内颗粒的运动轨迹 (其实这 5 s 内的轨迹也是无规则的), 所以记录下的并不是颗粒的实际运动轨迹, 温度越高, 颗粒越小, 布朗运动越显著. 故 A、C、D 正确, B 错误.
- 8. B 解析:** 一滴油酸体积为 $\frac{V}{n}$, 故直径 $d=\frac{V}{nS}$; 油酸的摩尔体积为 $V_{\text{mol}}=\frac{\mu}{\rho}$, 一个油酸分子体积为 $V_0=\frac{1}{6}\pi d^3=\frac{\pi V^3}{6n^3 S^3}$, 故 $N_A=\frac{V_{\text{mol}}}{V_0}=\frac{6\mu n^3 S^3}{\pi \rho V^3}$, 故 B 正确, A、C、D 错误.
- 9. B 解析:** 从 A 到 D 乙分子的运动方向始终不变, A 错误; 加速度与力的大小成正比, 方向与力相同, B 正确; 乙分子从 A 处由静止释放, 分子势能不可能增大到正值, C 错误; 分子动能不可能为负值, D 错误.
- 10. AC 解析:** 由 $0.5r_0$ 到 r_0 过程中, 分子间作用力表现为斥力, 距离增大时, 分子间作用力做正功, 分子势能减小, B 的动能增加; 当 $r>r_0$ 时, 分子间作用力表现为引力, 分子间距离增大时, 分子间作用力做负功, 分子势能增大, B 的动能减小, 所以 $r=r_0$ 时, B 的动能最大, 速度最大, 此时 B 的分子

势能最小, A、B 间作用力为零, A、C 正确, B 错误; B 从与 A 相距 $0.5r_0$ 处由静止释放, B 远离 A 的过程中, 距离增大, 引力和斥力均减小, 但斥力减小得更快, D 错误.

11. 减小 减小 小于

解析: 若一分子固定于原点 O, 另一分子从距 O 点很远处向 O 点运动, 在两分子间距减小到 r_2 的过程中, 分子力做正功, 势能减小; 由 r_2 减小到 r_1 的过程中, 分子力仍做正功, 势能仍减小; 在间距为 r_1 处, 势能小于零.

12. (1) 8.0×10^{-3} (2) 1.0×10^{-11} (3) 1.3×10^{-9}
(4) BD

解析: (1) 每个小方格的面积为 $S_1 = 1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$, 超过半格的按一格计算, 小于半格的舍去, 由题图可估算油酸薄膜的面积约为 $S = 80S_1 = 80 \times 10^{-4} \text{ m}^2 = 8.0 \times 10^{-3} \text{ m}^2$.

(2) 一滴油酸酒精溶液中含有纯油酸的体积

$$V = \frac{0.5}{1000} \times \frac{1}{50} \times 10^{-6} \text{ m}^3 = 1.0 \times 10^{-11} \text{ m}^3.$$

(3) 把油酸分子看成球形, 且不考虑分子间的空隙, 则油酸分子的直径约为 $d = \frac{V}{S} =$

$$\frac{1.0 \times 10^{-11}}{8.0 \times 10^{-3}} \text{ m} \approx 1.3 \times 10^{-9} \text{ m}.$$

(4) 为能形成单分子油膜, 油酸浓度应适当小一些; 绘制轮廓图应在油酸扩散并待其形状稳定后进行, 故 B、D 正确, A、C 错误.

13. (1) $\frac{M}{N_A}$ (2) $\frac{1.731mN_A}{M}$

解析: (1) 每个氦-3 分子的质量为 $m_0 = \frac{M}{N_A}$.

(2) 每千克月球土壤中含有质量为 m 的氦-3, 则 1.731 kg 月球土壤中含有氦-3 的质量为 $1.731m$, 则“嫦娥五号”返回器带回的 1.731 kg 月球土壤中含有氦-3 分子总个数为 $N = \frac{1.731mN_A}{M} = \frac{1.731mN_A}{M}$.

14. (1) 相同 (2) $\frac{\rho V}{M} N_A$ $\frac{V}{V_{\text{mol}}} N_A$

$$(3) \sqrt[3]{\frac{6M}{\pi \rho N_A}} \quad \sqrt[3]{\frac{V_{\text{mol}}}{N_A}}$$

解析: (1) 由于在标准状况下水和水蒸气的温度相同, 所以分子的平均动能相同.

(2) 体积为 V 的水, 质量为 $m = \rho V$

$$\text{分子个数为 } n_1 = \frac{m}{M} N_A = \frac{\rho V}{M} N_A$$

体积为 V 的水蒸气, 分子个数为

$$n_2 = \frac{V}{V_{\text{mol}}} N_A.$$

(3) 将水分子视为球形模型, 则两个水分子间距离为分子的直径. 一个水分子的体积为 $V_0 = \frac{V}{n_1} =$

$$\frac{M}{\rho N_A}$$

设水分子的平均直径为 D_1

$$\text{则 } D_1 = \sqrt[3]{\frac{6V_0}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{6M}{\pi \rho N_A}}$$

设两个水蒸气分子间的平均距离为 D_2 , 将气体分子占据空间视为立方体模型, 则两个分子间的平均距离为 $D_2 = \sqrt[3]{\frac{V_{\text{mol}}}{N_A}}$.

15. (1) 3×10^{24} 个 (2) $3 \times 10^{-9} \text{ m}$

解析: (1) 设 N_2 的物质的量为 n , 则 $n = \frac{\rho V}{M}$, 氮气的

$$\text{分子总数 } N = \frac{\rho V}{M} N_A$$

代入数据得 $N = 3 \times 10^{24}$ 个.

(2) 每个氮气分子所占的空间为 $V_0 = \frac{V}{N}$

设氮气分子间平均距离为 a

$$\text{则有 } V_0 = a^3$$

$$\text{即 } a = \sqrt[3]{V_0} = \sqrt[3]{\frac{V}{N}}$$

代入数据得 $a \approx 3 \times 10^{-9} \text{ m}$.

章末测试卷(八)

1. C **解析:** 把一枚针轻放在水面上, 它会浮在水面, 这是因为水表面存在表面张力的缘故, 其浮力很小, 可以忽略不计, A 错误; 水对油脂表面是不浸润的, 所以成水珠状, 水对玻璃表面是浸润的, 无法形成水珠, B 错误; 宇宙飞船中的球形水滴是表面张力的缘故, C 正确; 毛细现象中有的液面升高, 有的液面降低, 这与液体种类和毛细管的材料有关, D 错误.

2. B **解析:** 由题图中给出的现象知, 该液体对固体 A 不浸润, 对毛细管 B 浸润, A、B 一定不是同种材料, A、D 错误, B 正确; 由液体不浸润固体 A 而浸润毛细管 B 可知, C 错误.

3. BD **解析:** 由热力学第一定律知, 改变物体的内能有两种方式, 分别为做功和热传递, 两者在内能的改变上是等效的, 但实质不同, A 错误; 热力学第二定律指出不可能从单一热库取热使之完全转换为有用的功而不产生其他影响, B 正确; 热力学第二定律指出不可能把热量从低温物体传到高温物体

而不产生其他影响,C 错误;能量守恒定律指出能量既不会凭空产生,也不会凭空消失,它只能从一种形式转化为另一种形式,或者从一个物体转移到别的物体,在转化和转移的过程中,能量的总量守恒,D 正确.

4. ABD 解析:对于一定质量的理想气体,其压强与气体分子数的密度有关,与气体分子热运动的平均速率有关.因此,根据气体实验定律可知 A、B 正确,C 错误;一定质量的理想气体的内能由温度决定,气体的体积增大时,由 $\frac{pV}{T}=C$ 知温度有可能增大,D 正确.

5. AC 解析:热平衡条件是温度相等,传热的方向是从温度高的物体传向温度低的物体;不和外界交换热量,在传热过程中高温物体放出的热量等于低温物体吸收的热量,故 A、C 正确,B、D 错误.

6. D 解析:气体在 $A \rightarrow B$ 过程中压强不变体积增大,气体对外界做功 $W = p_A(V_B - V_A) = 1.5 \times 10^5 \times (0.3 - 0.1) \text{ J} = 3.0 \times 10^4 \text{ J}$,A 错误;气体在 $B \rightarrow C$ 过程中体积不变,压强减小,温度降低,内能减小,由热力学第一定律可知气体一定放热,B 错误;气体在 $A \rightarrow B$ 过程,由 $\frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B}$ 可得,气体在状态 B 时温度为 $T_B = 900 \text{ K} = 627^\circ\text{C}$,C 错误;气体在 $A \rightarrow C$ 的过程,由理想气体状态方程可知 $\frac{p_A V_A}{T_A} = \frac{p_C V_C}{T_C}$,解得 $T_A = T_C$,故 A 和 C 两状态温度相等,气体内能相同,由热力学第一定律 $\Delta U = Q + W$ 可知,气体对外界做功并且吸收热量,D 正确.

7. C 解析:由题图可知,A、B 两部分气体都发生等容变化, $p-t$ 图线都过 t 轴上 -273.15°C 的点(绝对零度).由理想气体状态方程 $\frac{pV}{T}=C$ 可得 $p = \frac{C}{V} \cdot T$,图线的斜率越大,则气体的体积越小,故 A 部分气体的体积比 B 部分小,A、B 正确,不符合题意;A 图线的斜率较大,由数学知识可知温度改变量相同时,A 部分气体压强改变量较大,C 错误,符合题意,D 正确,不符合题意.

8. B 解析:使活塞 B 缓慢上移,当水银的一半被推入细筒中时,粗筒内的水银柱高 5 cm,因粗筒横截面积是细筒的 3 倍,所以进入细筒内的水银柱高为 15 cm,水银柱的总高度为 $H' = 20 \text{ cm}$,所以此时气体的压强为 $P_2 = p_0 + \rho g H' = 95 \text{ cmHg}$,设粗筒的横截面积为 S ,水银的一半被推入细筒中时气柱的长为 l ,根据 $p_1 V_1 = p_2 V_2$, $V_1 = LS$, $V_2 = lS$,可得 $85 \times 19S = 95lS$,解得 $l = 17 \text{ cm}$,故 B 正确,A、C、D

错误.

9. BCD 解析:气体在向真空膨胀的过程中,气体由左侧扩散到整个容器,所以体积变大,但右侧为真空,气体扩散过程没有做功,所以 $W = 0$,另外,绝热过程, $Q = 0$,所以 $\Delta U = 0$,内能不变,温度不变,分子平均动能不变,A 错误,B、C 正确;根据热力学第二定律,若无外界的干预,气体分子不可能自发地退回到左边,使右边重新成为真空,D 正确.

10. BC 解析:左边空气柱的压强大于右边空气柱的压强,假设温度变化时,空气柱的体积不变,则当同时使两边升高同样温度,两边空气柱的压强都变大,而左边空气柱的压强变化量大于右边,所以会使左右水银面高度差变大;同理,当同时使两边降低同样温度,两边空气柱的压强都变小,而左边空气柱的压强变化量大于右边,所以会使左右水银面高度差变小,故 A 错误,B 正确;玻璃管保持竖直状态突然加速上升,左边空气柱对水银柱的压强增大,体积减小,使左右水银面高度差变小;玻璃管保持竖直状态突然加速下降,左边空气柱对水银柱的压强减小,体积增大,使左右水银面高度差变大,故 C 正确,D 错误.

11. (1)减少 1.8×10^5 (2)增加 (3)见解析

解析:(1)因气体从外界吸收热量,所以 $Q = 4.2 \times 10^5 \text{ J}$

气体对外做功 $6 \times 10^5 \text{ J}$,则外界对气体做功

$$W = -6 \times 10^5 \text{ J}$$

由热力学第一定律 $\Delta U = Q + W$,得

$$\Delta U = -1.8 \times 10^5 \text{ J}$$

所以气体内能减少了 $1.8 \times 10^5 \text{ J}$.

(2)因为气体对外做功,体积膨胀,分子间距离增大,由题意知分子力做负功,气体的分子势能增加.

(3)因为气体内能减少,而分子势能增加,所以分子平均动能必然减少,且分子平均动能的减少量一定大于分子势能的增加量.

12. (1)充分的热交换,保持封闭气体的温度不变

$$(2) \frac{1}{V} \quad (3) \Delta p = \frac{k}{V} - p_0 \quad \text{大气压强}$$

解析:(1)每次气体的状态调整后,都要等一会儿再记录数据,这是为了充分的热交换,保持封闭气体的温度不变.

(2)封闭气体的压强 $p = p_0 + \Delta p$,根据 $pV = C$ 得

$$(p_0 + \Delta p)V = C, \text{ 变形得 } \Delta p = C \cdot \frac{1}{V} - p_0, \text{ 则以}$$

Δp 为 y 轴,作出的函数图线为直线,则 x 轴是 $\frac{1}{V}$.

(3)据题知, $C=k$, 整理得 $\Delta p = k \cdot \frac{1}{V} - p_0$, 可知图像纵轴截距的绝对值的物理含义是大气压强 p_0 .

13. 4 天

解析: 设氧气开始时的压强为 p_1 , 体积为 V_1 , 压强变为 p_2 (2 个大气压) 时, 体积为 V_2 . 根据玻意耳定律得

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad ①$$

重新充气前, 用去的氧气在 p_2 压强下的体积为

$$V_3 = V_2 - V_1 \quad ②$$

设用去的氧气在 p_0 (1 个大气压) 压强下的体积为 V_0 , 则有

$$p_2 V_3 = p_0 V_0 \quad ③$$

设实验室每天用去的氧气在 p_0 下的体积为 ΔV ,

$$\text{则氧气可用的天数为 } N = \frac{V_0}{\Delta V} \quad ④$$

联立①②③④式, 并代入数据得 $N=4$ 天.

14. (1) 27 °C (2) $Q>W$ 原因见解析

解析: (1) 气体由状态 A 变化到状态 B

由查理定律 $\frac{P_A}{T_A} = \frac{P_B}{T_B}$ 可得

$$T_B = \frac{P_B}{P_A} T_A = \frac{1}{2} \times (327 + 273) \text{ K} = 300 \text{ K}$$

所以 $t_B = 27 \text{ °C}$.

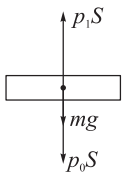
(2) 由 $B \rightarrow D$ 过程, 气体温度升高, 内能增大, 由热力学第一定律 $\Delta U = Q - W > 0$, 可得 $Q > W$.

15. (1) 480 K 或 207 °C (2) 318 J

解析: (1) 当汽缸水平放置时, $p_0 = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$,

$$V_0 = L_1 S, T_0 = 300 \text{ K}$$

当汽缸口向上, 活塞到达汽缸口时, 对活塞受力分析如图所示



$$\text{有 } p_1 S = p_0 S + mg$$

$$\text{得 } p_1 = 1.2 \times 10^5 \text{ Pa}, V_1 = (L_1 + L_2) S$$

$$\text{由理想气体状态方程得 } \frac{p_0 L_1 S}{T_0} = \frac{p_1 (L_1 + L_2) S}{T_1}$$

解得 $T_1 = 480 \text{ K}$.

(2) 当汽缸口竖直向上, 未加热时, 由玻意耳定律得

$$p_0 L_1 S = p_1 L S$$

$$\text{得 } L = 10 \text{ cm}$$

加热后, 气体做等压变化, 外界对气体做功

$$W = -p_0 (L_1 + L_2 - L) S - mg (L_1 + L_2 - L) = -72 \text{ J}$$

根据热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$

$$\text{解得 } \Delta U = 318 \text{ J}.$$

章末测试卷(九)

1. D **解析:** 阴极射线是由阴极直接发出的, A 错误;

只有当两极间加有高压且阴极接电源负极时, 阴极中的电子才会受到足够大的库仑力作用而脱离阴极成为阴极射线, B 错误, D 正确; 阴极射线可以穿透薄铝片, 可能是电磁波, 也可能是极小的粒子, C 错误.

2. D **解析:** 汤姆孙首先发现了电子, 提出了“枣糕”式

原子模型, 原子的核式结构模型是卢瑟福建立起来的, A 错误; 卢瑟福做 α 粒子散射实验时发现绝大多数 α 粒子穿过金箔后基本上仍沿原来的方向前进, 只有少数 α 粒子发生大角度偏转, B 错误; 玻尔模型只能解释氢原子的光谱, C 错误; 玻尔理论提出假设: 电子的轨道是量子化的, 原子的能量也是量子化的, D 正确.

3. BC **解析:** 太阳光谱是吸收光谱, 白炽灯光谱是连续谱, A 错误; 煤气灯火焰中钠蒸气产生的光谱是线状谱, B 正确; 进行光谱分析时, 要利用原子的特征谱线即线状谱, 不能用连续谱, C 正确; 由于月亮自身不会发光, 只是反射了太阳光, 因此无法用光谱分析确定月亮的化学组成, D 错误.

4. BC **解析:** 在 α 粒子散射实验中, 绝大多数 α 粒子

沿原方向运动, 说明这些 α 粒子未受到原子核明显的力的作用, 也说明原子核相对原子来讲很小, 原子内大部分空间是空的, 故 A 错误, B 正确; 极少数 α 粒子发生大角度偏转, 说明会受到原子核明显的力的作用的空间在原子内很小, α 粒子偏转而原子核未动, 说明原子核的质量和电荷量远大于 α 粒子的质量和电荷量, 电子的质量远小于 α 粒子的质量, α 粒子打在电子上, 不会有明显偏转, 故 C 正确, D 错误.

5. C **解析:** 根据 $\Delta E = h\nu, \nu = \frac{c}{\lambda}$, 可知 $\lambda = \frac{hc}{\Delta E}$, 能级差

越大, 波长越小, 所以 a 的波长最短, b 的波长最长, 故 C 正确, A、B、D 错误.

6. C **解析:** 由铬原子的能级公式得 $n=1, n=2, n=4$

能级上的电子的能量分别为 $E_1 = -A, E_2 = -\frac{A}{4}$,

$$E_4 = -\frac{A}{16}, \text{ 铬原子的 } n=2 \text{ 能级上的电子跃迁到}$$

$n=1$ 能级, 释放的能量为 $\Delta E_1 = E_2 - E_1 = \frac{3}{4} A$;

$n=4$ 能级上的电子脱离原子发生电离, 即跃迁到无

穷远处需吸收的能量为 $\Delta E_2 = E_\infty - E_4 = \frac{A}{16}$, 发生俄歇效应时, 设俄歇电子的动能为 E_k , 则它应等于电子所吸收的能量减去脱离原子所需能量, 即 $E_k = \Delta E_1 - \Delta E_2$, 解得 $E_k = \frac{11}{16}A$, 故 C 正确, A、B、D 错误。

7. B 解析: 赖曼线系的光子中, 从 $n=2$ 能级跃迁到 $n=1$ 能级释放的能量最小, 即为 $\Delta E_1 = E_2 - E_1 = -3.4 \text{ eV} - (-13.6 \text{ eV}) = 10.2 \text{ eV}$, 巴尔末线系的光子中, 从 $n=\infty$ 能级跃迁至 $n=2$ 能级释放的能量最大, 即为 $\Delta E_2 = E_\infty - E_2 = 0 - (-3.4 \text{ eV}) = 3.4 \text{ eV}$, $\Delta E = \Delta E_1 - \Delta E_2 = 10.2 \text{ eV} - 3.4 \text{ eV} = 6.8 \text{ eV}$, 故 B 正确, A、C、D 错误。

8. D 解析: 反氢原子光谱与氢原子光谱相同, A 错误; 处于基态的反氢原子的电离能为 13.6 eV , B 错误; 吸收光子能量跃迁时需要一一对应的能量, 则基态反氢原子吸收 11 eV 的光子时, 不能发生跃迁, C 错误; 大量处于 $n=4$ 能级的反氢原子从 $n=4$ 能级跃迁到 $n=3$ 能级时, 能级差最小, 则辐射的光子的波长最长, D 正确。

9. CD 解析: 由题可知, $E_{41} = 12.75 \text{ eV}$, 故基态氢原子吸收 12.75 eV 的能量跃迁到 $n=4$ 的能级, 可发射出 6 种波长的光, 其中从 $n=4$ 、 $n=3$ 跃迁到 $n=2$ 的能级发出可见光, 故 C、D 正确, A、B 错误。

10. ABC 解析: 电子做圆周运动, 静电力提供向心力, 则有 $k \frac{e^2}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$, 联立可得 $E_k = \frac{ke^2}{2r}$, 从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=2$ 能级时, 电子的轨道半径减小, 由动能表达式分析可知电子的动能会变大, 因静电力做正功, 电势能会减小, A 正确; 根据玻尔理论可知氢原子从高能级向低能级跃迁时要辐射光子, B 正确; 一个处于 $n=4$ 激发态的氢原子向基态跃迁时, 最多可能发出 3 种不同频率的光子, C 正确; 从 $n=1$ 能级跃迁到 $n=2$ 能级时, 需要吸收的能量为 $\Delta E = E_2 - E_1 = -3.4 \text{ eV} - (-13.6 \text{ eV}) = 10.2 \text{ eV}$, $9.6 \text{ eV} < 10.2 \text{ eV}$, 用能量为 9.6 eV 的电子轰击处于基态的氢原子, 不能使氢原子跃迁到 $n=2$ 能级, D 错误。

11. (1)BCD (2) $\frac{mgd}{U}$ (3)A

解析: (1)油滴恰好处于静止状态, 电场力与重力平衡, 则有 $mg = qE = \frac{qU}{d}$, 所以需要测出的物理量有油滴质量 m , 两板间的电压 U , 两板间的距离 d , 故 B、C、D 正确, A 错误。

(2)根据平衡条件可得 $mg = qE = \frac{qU}{d}$, 则油滴的电荷量为 $q = \frac{mgd}{U}$ 。

(3)若要使原本静止的油滴落到下极板, 减小电场力即可, 保持两极板间电压 U 不变, 把下极板向下移, 即增大极板间距离, 根据 $E = \frac{U}{d}$ 可知, 电场强度减小, 则电场力减小, 因此油滴可落到下极板, A 正确; 断开电源, 金属板所带电荷量 Q 不变, 根据 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi kd} = \frac{Q}{U}$ 及 $E = \frac{U}{d}$ 可得 $E = \frac{4\pi kQ}{\epsilon_r S}$, 则把下极板向下移或把下极板向上移, 两板间电场强度不变, 油滴仍处于静止状态, 把下极板向右移, 极板正对面积 S 减小, 两板间电场强度增大, 油滴会上升, 故 B、C、D 错误。

12. (1)电子 枣糕 (2)CD

解析: (2) α 粒子散射实验不能证明原子核由质子和中子组成, A 错误; 绝大多数 α 粒子穿过金箔后仍沿原来的方向前进, 主要是因为原子内部绝大部分空间是空的, B 错误; 极少数 α 粒子穿过金箔后发生大角度偏转, 是因为其受到金原子核的强库仑斥力, C 正确; α 粒子散射实验说明了原子的全部正电荷和几乎全部质量都集中在一个很小的核上, D 正确。

13. $2.7 \times 10^{-14} \text{ m}$

解析: 由于金原子核的质量比 α 粒子的质量大得多, 当 α 粒子靠近原子核运动时, 可认为金原子核几乎不动。 α 粒子的动能转化为电势能, 达到最近距离时, 动能全部转化为电势能, 所以 α 粒子与原子核发生对心碰撞时所能达到的最小距离 d 为

$$\frac{1}{2}mv^2 = k \frac{q_1 q_2}{d}$$

$$\text{所以 } d = \frac{2kq_1 q_2}{mv^2} = \frac{2 \times 9.0 \times 10^9 \times 2 \times 79 \times (1.6 \times 10^{-19})^2}{6.64 \times 10^{-27} \times (2.0 \times 10^7)^2} \text{ m} \approx 2.7 \times 10^{-14} \text{ m}$$

所以 α 粒子与金原子核间的最近距离为 $2.7 \times 10^{-14} \text{ m}$ 。

14. (1) $\frac{\pi \rho D^3 g}{6v_1}$ (2) $\frac{\pi \rho D^3 g d(v_1 + v_2)}{6Uv_1}$

解析: (1)油滴速度为 v_1 时, 所受阻力 $f_1 = kv_1$, 此时油滴向下匀速运动, 重力与阻力平衡, 有 $f_1 = mg$

$$\text{又 } m = \rho V = \frac{1}{6} \pi \rho D^3$$

$$\text{则 } k = \frac{\pi \rho D^3 g}{6 v_1}.$$

(2) 设油滴所带电荷量为 q , 则油滴受到的电场力

$$F_{\text{电}} = qE = q \frac{U}{d}$$

油滴向上匀速运动时, 阻力向下, 油滴受力平衡,

$$\text{有 } kv_2 + mg = q \frac{U}{d}$$

$$\text{则油滴所带电荷量 } q = \frac{\pi \rho D^3 g d (v_1 + v_2)}{6 U v_1}.$$

15. (1) $8.21 \times 10^{14} \text{ Hz}$ (2) $9.95 \times 10^5 \text{ m/s}$

解析: (1) 所谓电离, 就是使处于基态或激发态的原子的核外电子跃迁到 $n = \infty$ 的轨道, $n = \infty$ 时, $E_{\infty} = 0$. 所以要使处于 $n = 2$ 激发态的原子电离, 电离能为 $\Delta E = E_{\infty} - E_2 = 3.4 \text{ eV}$

$$\nu = \frac{\Delta E}{h} = \frac{3.4 \times 1.6 \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34}} \text{ Hz} \approx 8.21 \times 10^{14} \text{ Hz}.$$

(2) 波长为 200 nm 的紫外线一个光子所具有的能量

$$E_0 = h\nu' = h \frac{c}{\lambda} = 6.63 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^8}{200 \times 10^{-9}} \text{ J} =$$

$$9.945 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{电离能 } \Delta E = 3.4 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J} = 5.44 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{由能量守恒得 } E_0 - \Delta E = \frac{1}{2} m v^2$$

$$\text{代入数值解得 } v \approx 9.95 \times 10^5 \text{ m/s}.$$

章末测试卷(十)

- B 解析:** β 衰变所释放的电子是原子核内的中子转变为质子时产生的, A 错误; 玻尔的原子结构理论的基本假设是轨道、能量都是量子化的, B 正确; 半衰期由原子核的内部因素决定, 跟原子的化学状态、温度、压强等因素均无关, C 错误; 平均结合能越大, 表示原子核中的核子结合得越牢固, 原子核越稳定, D 错误.
- BC 解析:** 做示踪原子是利用了放射性同位素的射线可以被仪器探测的特点; γ 射线探伤是利用了 γ 射线贯穿能力很强的性质, 故 B、C 正确, A、D 错误.
- AD 解析:** 根据 $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$ 知, 物体获得一定的能量, 它的质量也相应地增加一定的值, A 正确; 根据质能方程知, 一定量的质量和能量是相联系的, 物体有一定的质量, 就有一定的能量, B 错误; 爱因斯坦的质能方程 $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$, 不是指质量和能量可以相互转化, C 错误; 公式 $\Delta E = \Delta m c^2$ 中, Δm 是亏损质量, ΔE 是释放的核能, D 正确.
- A 解析:** 根据电荷数守恒、质量数守恒知, X 的电荷数为 1, 质量数为 0, 为正电子; Y 的电荷数为 0,

质量数为 1, 为中子; Z 的电荷数为 1, 质量数为 1, 为质子. 故 A 正确, B、C、D 错误.

- A 解析:** α 粒子为 ${}^4_2\text{He}$, β 粒子为 ${}^0_{-1}\text{e}$, ${}^{60}_{27}\text{Co} \rightarrow {}^{60}_{28}\text{Ni} + {}^0_{-1}\text{e}$ 属于 β 衰变, A 说法错误, 符合题意; ${}^{60}_{27}\text{Co}$ 半衰期较长, 且衰变放出的高能粒子对人体伤害太大, 不可以作为示踪原子研究人体对药物的吸收, B 说法正确, 不符合题意; 由题意知, 钴 60 对肿瘤进行放射治疗是利用其衰变产生的 γ 射线, C 说法正确, 不符合题意; 半衰期由核内部本身的因素决定, 跟原子所处的物理或化学状态无关, D 说法正确, 不符合题意.

- C 解析:** 根据核反应过程中, 质量数与电荷数守恒, 可知 X 的质量数 $A = \frac{235 + 1 - 144 - 89}{3} = 1$, 电

$$\text{荷数 } Z = \frac{92 - 56 - 36}{3} = 0, \text{ 所以 X 为中子, A 错误;}$$

Kr 有 36 个质子, 中子数为 $89 - 36 = 53$, B 错误; 核反应要释放出能量, 核反应后核的比结合能大于反应前核的比结合能, C 正确; 核反应要释放出能量, 有质量亏损, D 错误.

- A 解析:** 核反应方程 ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{144}_{36}\text{Ba} + {}^{89}_{36}\text{Kr} + 3{}_^1_0\text{n}$ 属于核裂变, 是原子弹核裂变反应原理, A 正确; 核反应方程 ${}^3_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ 属于轻核聚变, 是氢弹核聚变原理, 但不是核潜艇的动力原理, B 错误; 核反应方程 ${}^{12}_6\text{C} \rightarrow {}^{12}_7\text{N} + {}^0_{-1}\text{e}$ 属于 β 衰变, 但 β 射线来自于原子核内一个中子转化成一个质子的同时释放出来的, C 错误; 核反应前后核子数相等, 核反应遵循的是质量数守恒而非质量守恒, D 错误.

- C 解析:** 由题图可知, ${}^3_2\text{H}$ 的比结合能约为 1.1 MeV , ${}^4_2\text{He}$ 的比结合能约为 7.1 MeV , 根据结合能与比结合能的定义, 可知该反应释放的核能约为 $\Delta E = 7.1 \text{ MeV} \times 4 - 1.1 \text{ MeV} \times 2 \times 2 = 24 \text{ MeV}$, 故 C 正确, A、B、D 错误.

- CD 解析:** 元素的半衰期是由放射性元素本身决定的, 与原子所处的物理状态和化学状态均无关, A 错误; 根据质量数和电荷数守恒得到 X 的质子数为 92, B 错误; 由爱因斯坦质能方程知一个 ${}^{238}_{94}\text{Pu}$ 衰变成 X 释放的核能为 $\Delta E = (m_1 - m_2 - m_3) c^2$, C 正确; 由半衰期公式可得 $m_{\text{余}} = m_0 \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{T}} = m_0 \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{176}{88}} = \frac{1}{4} m_0$, D 正确.

- ABC 解析:** 粒子之间相互作用的过程中遵守动量守恒定律, 由于初始总动量为零, 故 α 粒子和反冲核的动量大小相等, 方向相反, A 正确; 由于释放的 α 粒子和反冲核均在磁场中做圆周运动, 故

有 $qvB = m \frac{v^2}{R}$, 解得 $R = \frac{mv}{Bq} = \frac{p}{Bq}$. 若原来放射性

元素的核电荷数为 Q , 则对 α 粒子有 $R_1 = \frac{p_1}{B \cdot 2e}$,

对反冲核有 $R_2 = \frac{p_2}{B(Q-2)e}$. 由于 $p_1 = p_2$, $R_1 :$

$R_2 = 44 : 1$, 解得 $Q = 90$. 原来放射性元素的原子核电荷数为 90, 反冲核的核电荷数为 $90 - 2 = 88$, B、C 正确; 粒子的动量为 $p = mv$, 由于两粒子动量 p 大小相等, 则它们的速度大小与质量成反比, 由于不知道两粒子间的质量关系, 则无法确定两粒子的速度关系, D 错误.

11. 正电子 56

解析: 核反应方程式为 ${}^{30}_{15}\text{P} \rightarrow {}^{30}_{14}\text{Si} + \text{X}$, 由质量数守恒知 X 的质量数为 0, 由电荷数守恒知 X 的电荷数为 1, 所以 X 为正电子; 由题图知半衰期大约为 14 天, 由公式 $0.25 \text{ mg} = 4 \text{ mg} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{14}}$ 知, $t = 56$ 天.

12. 中子 核裂变

解析: 根据核反应方程遵循质量数守恒和电荷数守恒, 可得 X 的质量数为 1, 核电荷数为零, 所以 X 是中子. 目前人类获得核能的主要方式是核裂变.

13. (1) ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He}$ (2) $2.691 \times 10^{-12} \text{ J}$

解析: (1) 根据核反应方程满足质量数守恒和电荷数守恒, 有 ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He}$.

(2) 核反应的质量亏损

$$\Delta m = m_{\text{Li}} + m_{\text{p}} - 2m_{\alpha} = (11.6505 \times 10^{-27} + 1.6726 \times 10^{-27} - 2 \times 6.6466 \times 10^{-27}) \text{ kg} = 2.99 \times 10^{-29} \text{ kg}$$

$$\text{释放的能量 } \Delta E = \Delta m \cdot c^2 = 2.99 \times 10^{-29} \times (3 \times 10^8)^2 \text{ J} = 2.691 \times 10^{-12} \text{ J}.$$

14. ${}^4_2\text{He} + {}^9_4\text{Be} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + {}^1_0\text{n}$ 4.7 MeV

解析: 根据题意可写出发现中子的核反应方程为 ${}^4_2\text{He} + {}^9_4\text{Be} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + {}^1_0\text{n}$

核反应过程中的质量亏损为 $\Delta m = m_{\text{He}} + m_{\text{Be}} - m_{\text{C}} - m_{\text{n}} = 0.005034 \text{ u}$

根据质能方程 $\Delta E = \Delta mc^2$ 得, 该核反应所释放的核能为 $\Delta E = \frac{931.5 \text{ MeV}}{1 \text{ u}} \times 0.005034 \text{ u} \approx 4.7 \text{ MeV}$.

15. (1) ${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}\text{Y} + {}^4_2\text{He}$ (2) $\frac{2\pi m}{qB}$ $\frac{q^2 B}{2\pi m}$

$$(3) \frac{q^2 B^2 R^2 (M+m)}{2Mmc^2}$$

解析: (1) ${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}\text{Y} + {}^4_2\text{He}$.

(2) 洛伦兹力提供向心力

$$\text{有 } qvB = m \frac{v^2}{R}$$

$$\text{所以 } v = \frac{qBR}{m}, T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$$

$$\text{等效电流 } I = \frac{q}{T} = \frac{q^2 B}{2\pi m}.$$

(3) 衰变过程动量守恒, 有

$$0 = p_Y + p_{\alpha}$$

所以 $p_Y = -p_{\alpha}$, “-”表示方向相反

$$\text{因为 } p = mv, E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{所以 } E_k = \frac{p^2}{2m}$$

$$\text{即 } E_{kY} : E_{k\alpha} = m : M$$

$$\text{由能量守恒得 } \Delta mc^2 = E_{kY} + E_{k\alpha}$$

$$\Delta m = \frac{E_{k\alpha}}{c^2} \left(\frac{M+m}{M} \right), \text{ 其中 } E_{k\alpha} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{q^2 B^2 R^2}{2m}$$

$$\text{解得 } \Delta m = \frac{q^2 B^2 R^2 (M+m)}{2Mmc^2}.$$

章末测试卷(十一)

1. BCD **解析:** 一般物体辐射的电磁波与温度有关, 还与材料的种类及表面情况有关, 但黑体辐射的电磁波只与温度有关, A 错误; 黑体能完全吸收入射的各种波长的电磁波而不发生反射, B 正确; 根据能量子的概念, 带电微粒辐射和吸收的能量, 只能是某一最小能量值的整数倍, C 正确; 黑体辐射随着温度的升高, 各种波长的辐射强度都增加且辐射强度的极大值向波长较短的方向移动, D 正确.

2. BD **解析:** 一切运动的物体都有一种物质波与它对应, 所以宏观物体和微观粒子都具有波动性, A 错误, B 正确; 宏观物体的物质波波长很短, 不易观察到它的波动性, C 错误; 由 $\lambda = \frac{h}{p}$, $p = mv$ 可知, 速度相同的质子与电子相比, 电子质量小, 动量小, 故其物质波波长更长, 所以电子的波动性更明显, D 正确.

3. C **解析:** 利用晶体做电子衍射实验, 得到了电子衍射图样, 证明了电子的波动性, A 正确; 电子束通过双缝后可以形成干涉图样, 证明了电子的波动性, B 正确; 用紫外线照射某金属板时有电子逸出, 发生光电效应现象, 说明光子具有粒子性, C 错误; 电子显微镜因减小衍射现象的影响而具有更高的分辨本领, 利用了电子的衍射特性, 证明了电子的波动性, D 正确.

4. C **解析:** 根据电磁波量子公式 $\epsilon = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$ 可知, 波长越短, 能量越大, 所以该电磁波中量子最

大值为 $\epsilon_{\max} = \frac{hc}{\lambda_1}$, 故 C 正确, A、B、D 错误。

5. C 解析: 能量守恒定律和动量守恒定律是自然界的普遍规律, 既适用于宏观世界也适用于微观世界。光子与电子碰撞时遵循这两个守恒定律, 光子与电子碰撞前光子的动量 $p = \frac{h}{\lambda}$, 当光子与电子碰撞时, 光子的一些动量转移给了电子, 光子的动量 $p' = \frac{h}{\lambda'}$, 又由 $p > p'$, 可知 $\lambda < \lambda'$, 故 C 正确, A、B、D 错误。

6. BC 解析: 锌板在紫外线照射下, 发生光电效应现象, 有光电子飞出, 故锌板带正电, 部分正电荷转移到灵敏静电计上, 使指针带正电, B 正确, A 错误; 红光和黄光的频率都小于紫外线的频率, 都不能产生光电效应, C 正确, D 错误。

7. B 解析: 由光电效应方程 $E_{\text{km}} = h\nu - W$, 结合题图可知, 当光电子的最大初动能为零时, a 的截止频率更小, 故 a 的逸出功比 b 的小, 故 A 错误, B 正确; $E_{\text{km}} - \nu$ 图像的斜率为普朗克常量 h , 两直线不会相交, C 错误; 无法判断发生光电效应的时间, D 错误。

8. C 解析: 根据截止电压和光电子的最大初动能的关系 $eU_c = E_{\text{km}} = h\nu - h\nu_c$, 可得 $U_c = \frac{h}{e}\nu - \frac{h\nu_c}{e}$, 知 $U_c - \nu$ 图像的斜率为 $\frac{h}{e}$, 与纵轴 (U_c 轴) 的交点为 $-\frac{h\nu_c}{e}$, 故 A、B 错误; 当 $U_c = 0$ 时, 图像和横轴 (ν 轴) 的交点为该金属的截止频率 ν_c , C 正确; 当该金属的截止电压为 U'_c 时, 根据 $U'_c = \frac{E_{\text{km}}}{e}$ 可知, 逸出光电子的最大初动能为 eU'_c , D 错误。

9. C 解析: 由 $E_{\text{km}} = h\nu - W_0$, $eU_c = E_{\text{km}}$ 可得光电流恰好为零时, 光电管两端加的电压为截止电压, 对应的光子的频率为截止频率, 由题图乙可知, ②光光子最大初动能较大, 光子的频率较大, 由 $p = \frac{h\nu}{c}$ 可知②光光子的动量较大, 故 A、B、D 错误; 由题图可知①的饱和光电流大, 因此①光照射时单位时间内产生的光电子数量多, C 正确。

10. AC 解析: 该装置所加的电压为反向电压, 当电压表的示数大于或等于 0.7 V 时, 电流表示数为 0, 可知光电子的最大初动能为 0.7 eV, 根据光电效应方程 $E_k = h\nu - W_0$, 得 $W_0 = 1.8$ eV, 故 A、C 正确; 开关 S 断开后, 在光子能量为 2.5 eV 的光照射下, 光电管发生了光电效应, 有光电子逸出, 则有电流流过电流表 G, B 错误; 1.5 eV 的光子的能量小于逸出功, 所以不能发生光电效应, 无光电流, D

错误。

11. (1) $h\nu_c$ (2) $h\nu - h\nu_c + eU$ 逐渐增大, 最后保持不变 (3) $\frac{h\nu - h\nu_c}{e}$ (4) A

解析: (2) 逸出光电子的最大初动能为 $h\nu - h\nu_c$; 若加在 A、K 间的正向电压为 U 时, 到达阳极的光电子的最大动能为 $E_k + eU = h\nu - h\nu_c + eU$, 将 A、K 间的正向电压从零开始逐渐增加, 则到达阳极的光电子数逐渐增加, 直到当全部光电子都能到达阳极时为止, 则电流表的示数的变化情况是逐渐增大, 最后保持不变。

(3) 为了阻止所有光电子到达阳极, 在 A、K 间应加上的反向电压应满足: $eU_{\text{反}} = E_k = h\nu - h\nu_c$, 解得 $U_{\text{反}} = \frac{h\nu - h\nu_c}{e}$ 。

(4) 若增加饱和光电流, 则需要增加单位时间射到阴极的光子数, 即保持照射光频率不变时, 需要增大光照强度, 故 A 正确, B、C、D 错误。

12. 6.75 3

解析: 大量处于 $n=4$ 激发态的氢原子跃迁时, 发出频率最高的光子是对应着从 $n=4$ 到 $n=1$ 的跃迁, 频率最高光子的能量为 $h\nu_m = E_4 - E_1 = 12.75$ eV, 由题图丙可知辐射光电子的最大初动能为 6 eV, 根据 $E_k = h\nu - W_0$ 可知金属的逸出功 $W_0 = 12.75$ eV - 6 eV = 6.75 eV。从 $n=4$ 到低能级的跃迁中能辐射出 6 种不同频率的光子, 其中光子能量大于 6.75 eV 的跃迁有:

$n=2$ 到 $n=1$ 的跃迁, 辐射光子的能量为 -3.4 eV - $(-13.6$ eV) = 10.2 eV;

$n=3$ 到 $n=1$ 的跃迁, 辐射光子的能量为 -1.51 eV - $(-13.6$ eV) = 12.09 eV;

$n=4$ 到 $n=1$ 的跃迁, 辐射光子的能量为 -0.85 eV - $(-13.6$ eV) = 12.75 eV;

其余跃迁光子能量小于 6.75 eV, 所以各种频率的光分别照射到阴极 K 上, 共有 3 种频率的光能产生光电流。

13. 3.97×10^{-10} m 6.63×10^{-35} m

解析: 中子的动量为 $p_1 = m_1 v$

子弹的动量为 $p_2 = m_2 v$

由 $\lambda = \frac{h}{p}$ 知中子和子弹的德布罗意波长分别为

$$\lambda_1 = \frac{h}{p_1}, \lambda_2 = \frac{h}{p_2}$$

联立以上各式解得 $\lambda_1 = \frac{h}{m_1 v}, \lambda_2 = \frac{h}{m_2 v}$

代入数据可解得

$$\lambda_1 \approx 3.97 \times 10^{-10} \text{ m}, \lambda_2 = 6.63 \times 10^{-35} \text{ m}.$$

14. (1) $6.2 \times 10^{-11} \text{ m}$ (2) 0.1%

解析: (1) 伦琴射线管阴极上产生的热电子在 20 kV 高压加速下获得的动能全部变成 X 光子的能量, X 光子的波长最短

$$\text{由 } eU = h\nu, \nu = \frac{c}{\lambda}$$

$$\text{解得 } \lambda = \frac{hc}{Ue} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{2 \times 10^4 \times 1.6 \times 10^{-19}} \text{ m} \approx 6.2 \times 10^{-11} \text{ m}.$$

$$(2) \text{ 高压电源的电功率 } P_1 = UI = 100 \text{ W}$$

$$\text{每秒产生 } X \text{ 光子的能量 } E = nh \frac{c}{\lambda} = 0.1 \text{ J}$$

$$\text{功率 } P_2 = \frac{E}{t} = 0.1 \text{ W}$$

$$\text{效率为 } \eta = \frac{P_2}{P_1} \times 100\% = 0.1\%.$$

15. (1) $5.0 \times 10^{-16} \text{ J}$ (2) $2.3 \times 10^{-15} \text{ J}$

$$(3) 2.2 \times 10^{-11} \text{ m}$$

解析: (1) 电子在磁场中做匀速圆周运动的半径最大时对应的初动能最大. 此时由洛伦兹力提供向心力, 有 $Bev_m = m \frac{v_m^2}{r}$, $E_{km} = \frac{1}{2} mv_m^2$

$$\text{联立并代入数据解得 } E_{km} = 5.0 \times 10^{-16} \text{ J}.$$

(2) 由爱因斯坦光电效应方程可得

$$E_{km} = h\nu - W, \text{ 又 } \nu = \frac{c}{\lambda}$$

$$\text{联立并代入数据解得 } W = 2.3 \times 10^{-15} \text{ J}.$$

$$(3) \text{ 由德布罗意波长公式可得 } \lambda' = \frac{h}{p}, \text{ 又 } p =$$

$$mv_m = eBr$$

$$\text{联立并代入数据解得 } \lambda' = 2.2 \times 10^{-11} \text{ m}.$$

阶段测试卷(二)

1. A **解析:** 德布罗意大胆地把光的波粒二象性推广到了实物粒子, 提出实物粒子也具有波动性的假设, A 正确; 贝克勒尔首先发现天然放射性现象, 但没有发现原子中存在原子核, B 错误; 卢瑟福通过 α 粒子散射实验的研究得到了原子的核式结构理论, C 错误; 汤姆孙通过阴极射线在电场和在磁场中的偏转实验, 发现了阴极射线就是高速电子流, D 错误.
2. A **解析:** 液晶像液体一样具有流动性, 而其光学性质与某些晶体相似, A 正确; 浸润液体在毛细管内上升, 不浸润液体在毛细管内下降, B 错误; 表面张力使液体表面有收缩的趋势, 它的方向跟液面相切, C 错误; 熔化的金属在太空中呈球状是由于液体表面分子间存在表面张力的结果, D 错误.
3. D **解析:** 室内空气的分子平均动能只与温度有关,

与空调风速无关, A 错误; 空调过滤器能够吸附 $\text{PM}_{2.5}$ 颗粒, $\text{PM}_{2.5}$ 颗粒是肉眼看不见的固体小颗粒, 不是分子热运动, B 错误; 空调既能制热又能制冷, 说明在不自发的条件下热传递方向可以逆向, 不违背热力学第二定律, C 错误; 空调制热使得室内温度上升, 根据温度是分子平均动能的标志, 所以速率小的空气分子比例减小, D 正确.

4. C **解析:** 在核反应的过程中质量数与电荷数守恒, 但质量不一定守恒, A 错误; β 衰变的实质是原子核中的一个中子转变为一个质子和一个电子, 电子释放出来, 不是来自核外电子, B 错误; 任何一种金属都有一个截止频率, 低于这个频率的光不能使它产生光电效应, C 正确; 半衰期具有统计规律, 对少量的原子核不适用, D 错误.

5. B **解析:** 题图甲中两个分子从很远处逐渐靠近的过程中, 分子力表现为引力并且分子力先增大后减小, $r = r_0$ 时分子力减小到零, 当减小到零后, 随两分子靠近, 分子力为斥力, 并且逐渐增大, A 错误; 题图乙中是单分子油膜, 因此油膜厚度可以视为分子直径, B 正确; 题图丙中, 猛推木质推杆, 由于速度快, 传热来不及进行, 只有外界对气体做功, 内能增大, 压强变大, 温度升高, C 错误; 根据热力学第二定律可知, 热量不能自发地从低温物体转移到高温物体, D 错误.

6. B **解析:** 根据质量数守恒与电荷数守恒可知 $238 = 234 + n$, $94 = m + 2$, 解得 $m = 92$, $n = 4$, ${}_{94}^{238}\text{Pu}$ 的衰变方程为 ${}_{94}^{238}\text{Pu} \rightarrow {}_{92}^{234}\text{U} + 4 {}_2^4\text{He}$, 易知发生的是 α 衰变, ${}_{94}^{238}\text{Pu}$ 比 ${}_{94}^{238}\text{Pu}$ 的中子数少 2 个, A 错误; 半衰期与环境条件无关, 不会受到阳光、温度、电磁场等环境因素的影响, 所以 ${}_{94}^{238}\text{Pu}$ 在月球上和在地球上半衰期相同, B 正确; 此核反应过程中的质量亏损等于反应前后质量的差, 为 $\Delta m = m_{\text{Pu}} - m_{\text{X}} - m_{\alpha}$, 释放的核能为 $E = (m_{\text{Pu}} - m_{\text{X}} - m_{\alpha})c^2$, C 错误; α 射线的穿透能力较差, 不能用于金属探伤, D 错误.

7. B **解析:** 管内封闭气柱的压强恒等于外界大气压与水银柱因自身重力而产生的压强之和, 因外界大气压不变, 则管内气体做等压变化, 并由此推知, 封闭气柱下端的水银柱高度不变. 根据盖—吕萨克定律可知 $\frac{V}{T} = \frac{V + \Delta V}{T + \Delta T}$, 整理得 $\Delta V = \frac{\Delta T}{T} \cdot V$, 因 A、B 管中的封闭气体初温相同, 温度升高 ΔT 也相同, 且 $\Delta T > 0$, 推导出 $\Delta V > 0$, 即 A、B 管中的封闭气体体积均增大, 又因为 $H_1 > H_2$, A 管中气体体积较大, 所以 $\Delta V_A > \Delta V_B$, 即 A 管中气柱长度增加得多一些, 故 A、B 管中气柱上方的水银柱均向上移动,

A 中水银柱移动较多, B 正确, A、C、D 错误。

8. C 解析: a 到 b 为等容变化, 有 $\frac{p_a}{T_0} = \frac{p_b}{3T_0}$, 解得 $p_b = 3p_a$, c 到 a 过程, 为等温变化, 有 $p_c V_0 = p_a \cdot 3V_0$, 解得 $p_c = 3p_a$, 综上可得 $p_b = p_c = 3p_a$, A 错误; a 到 b 过程中, 温度升高, 内能增大, B 错误; b 到 c 过程中, 温度降低, 内能减小, 即 $\Delta U < 0$, 体积减小, 外界对气体做功 $w > 0$, 由热力学第一定律可知 $Q < 0$, 即气体放出热量, C 正确; 温度是平均动能的标志, 是大量分子运动的统计结果, 对单个分子没有意义, D 错误。

9. C 解析: 大量处于 $n=3$ 能级的氢原子向低能级跃迁时由 $N = \frac{n(n-1)}{2} = C_n^2$ 可知, 能产生 3 种不同频率的光子, A 正确, 不符合题意; 光子的能量越大, 则频率越大, 最大能量的光子是 $n=3$ 能级向 $n=1$ 能级跃迁时产生的, 则由 $h\nu = E_3 - E_1$, 解得光子最大频率为 $\nu = \frac{E_3 - E_1}{h}$, B 正确, 不符合题意; 当氢原子从能级 $n=2$ 跃迁到 $n=1$ 时, 会释放出光子, 所以氢原子的能量变小, C 错误, 符合题意; 若氢原子从能级 $n=2$ 跃迁到 $n=1$ 时放出的光子恰好能使某金属发生光电效应, 由光电效应方程可知 $E_2 - E_1 = W_0$, 则当氢原子从能级 $n=3$ 跃迁到 $n=1$ 时放出的光子照到该金属表面时, 逸出的光电子的最大初动能为 $E_k = E_3 - E_1 - W_0 = E_3 - E_2$, D 正确, 不符合题意。

10. A 解析: 当光电子的最大初动能为零时, 入射光的光子能量与逸出功相等, 即入射光的频率等于金属的截止频率, 由题图可知金属的截止频率为 4.27×10^{14} Hz, 故 A 正确, B 错误; 根据 $E_k = h\nu - W_0$ 知, $E_k - \nu$ 图线的斜率表示普朗克常量, C 错误; 金属的逸出功为 $W_0 = h\nu_c = 6.63 \times 10^{-34} \times 4.27 \times 10^{14}$ J ≈ 1.77 eV, D 错误。

11. BC 解析: 由题图可知, ②中速率大的分子占据的比例较多, 则说明②对应的平均速率较大, 故②对应的温度较高, 所以①是氧气分子在 0°C 下的速率分布情况图像, A 错误; 两种温度下, 都是中等速率的氧气分子数所占的比例大, 呈现“中间多, 两头少”的分布规律, B 正确; 温度升高使得氧气分子的平均速率增大, 不是每一个氧气分子的速率都增大, C 正确; 随着温度的升高, 氧气分子中速率大的分子所占的比例增大, D 错误。

12. AD 解析: 由题图甲可知, 黑体温度升高时, 各种波长的电磁波辐射强度都增加, 辐射强度的极大值向波长较短的方向移动, A 正确; 由题图乙可

知, a 光光子的频率低于 b 光光子的频率, B 错误; 由题图丙可知, 大量该种元素的原子核每经过 7.6 天就有 $\frac{3}{4}$ 发生衰变, C 错误; 由题图丁可知, 中等大小的核的比结合能大, 这些核最稳定, D 正确。

13. BC 解析: $E_a = E_2 - E_1$, $E_b = E_3 - E_1$, $E_c = E_3 - E_2$, 故 $E_b = E_a + E_c$, C 正确; 又因为 $E = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$, 故 $\frac{1}{\lambda_b} = \frac{1}{\lambda_a} + \frac{1}{\lambda_c}$, 故 A 错误, B 正确; a 光恰能使某金属发生光电效应, 而 $E_a > E_c$, 故 c 光不能使该金属发生光电效应, D 错误。

14. AC 解析: 换波长更长的光照射, 第一种情况为光的频率偏小, 导致不能发生光电效应, 从而电流表 G 没有示数; 第二种情况为发生了光电效应, 但所加反向电压超过了遏止电压, 没有光电子通过电路, 使得电流表 G 没有示数, A 正确; 该装置所加的电压为反向电压, 发现当电压表的示数大于或等于 1.7 V 时, 电流表示数为 0, 可知光电子的最大初动能为 1.7 eV, 根据光电效应方程有 $E_k = h\nu - W_0$, 得 $W_0 = 1.05$ eV, 则光电管阴极的逸出功为 1.05 eV, B 错误; 当滑动触头向 b 端滑动时, 反向电压减小, 则到达电极的电子的数目增多, 电流增大, C 正确; 若开关 S 断开后, 用光子能量为 2.75 eV 的光照射到光电管上时发生了光电效应, 有光电子逸出, 则有电流流过电流表 G, D 错误。

15. ACD 解析: 由题可知, ODC 在同一直线上, 故 $\frac{p_C}{V_C} = \frac{p_D}{V_D}$, 解得 $p_D = 0.15 \times 10^5$ Pa. 根据 $\frac{p_A V_A}{T_A} = \frac{p_D V_D}{T_D}$, 解得 $T_D = 225$ K, A 正确; 因为 A、C 两态的 pV 乘积相等, 则温度相同, 即 A 状态的内能等于 C 状态的内能, B 错误; 因 $p-V$ 图像的“面积”等于功, 则从 A 状态至 D 状态整个过程中, 气体对外做功 $W = W_{AB} - W_{CD} = 0.4 \times 10^5 \times 2 \times 10^{-3}$ J - $\left(\frac{0.15 + 0.2}{2} \times 10^5 \times 10^{-3}\right)$ J = 62.5 J, C 正确; 从 A 状态至 B 状态的过程中, 气体吸收了 320 J 的热量, 同时气体对外做功 $W_{AB} = 0.4 \times 10^5 \times 2 \times 10^{-3}$ J = 80 J, 气体内能增加了 240 J, D 正确。

16. AC 解析: 根据质量数和电荷数守恒可知, 衰变方程可表示为 ${}_{Z}^AX \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}Y + {}_2^4\text{He}$, A 正确; 此反应中放出的总能量为 $\Delta E = (m_X - m_Y - m_\alpha)c^2$, 可知核 Y 的结合能不等于 $(m_X - m_Y - m_\alpha)c^2$, B 错误; 根据洛伦兹力提供向心力 $Bqv = m \frac{v^2}{r}$ 得 $r = \frac{mv}{qB}$, 又 $p = mv$, 得 $r = \frac{p}{qB}$, 衰变过程遵守动量守恒, 有 $0 =$

$p_Y - p_a$, 则 $p_Y = p_a$, 得半径之比为 $\frac{r_Y}{r_a} = \frac{q_a}{q_Y} = \frac{2}{Z-2}$, 则核 Y 在磁场中运动的半径为 $r_Y = \frac{2R}{Z-2}$,

C 正确; 两核的动能之比 $\frac{E_{kY}}{E_{ka}} = \frac{\frac{1}{2}m_Y v_Y^2}{\frac{1}{2}m_a v_a^2} =$

$\frac{m_a(m_Y v_Y)^2}{m_Y(m_a v_a)^2} = \frac{m_a}{m_Y}$, 因 $E_{kY} + E_{ka} = \Delta E = (m_X - m_Y - m_a)c^2$, 解得 $E_{kY} = \frac{m_a(m_X - m_Y - m_a)c^2}{m_Y + m_a}$, D

错误.

17. (1)AC (2) $\frac{1}{p}$ (3)b b+V₀

解析: (1) 封闭在注射器内的气体发生等温变化, 从注射器的刻度上读出体积, 因此传感器 A 应为压强传感器, A 正确; 在步骤①中, 将注射器与传感器 A 连接前, 应使注射器封住一定质量的气体, 因此不必将活塞移至针筒底部, B 错误; 操作中, 不用手握住注射器封闭气体部分是为了保持封闭气体的温度不变, C 正确; 若实验过程中不慎将活塞拔出针筒, 气体的质量发生变化, 因此所得数据全部作废, 应重新做实验, D 错误.

(2) 为使作出的图像为一条直线, 根据玻意耳定律 $pV = C$ (常量), 可知横轴应为 $\frac{1}{p}$.

(3) 设石块体积为 V_1 , 若忽略软管容积, 对一定质量的气体, 温度不变时, 根据玻意耳定律可得 $p(V - V_1) = C$, 整理得 $V = \frac{C}{p} + V_1$, 因此可得 $V_1 = b$; 若软管的容积 V_0 不能忽略, 则根据玻意耳定律可得 $p(V + V_0 - V_1) = C$, 整理得 $V = \frac{C}{p} + V_1 - V_0$, 可知 $V_1 - V_0 = b$, 故 $V_1 = b + V_0$.

18. (1)④②①⑤③ (2) 5×10^{-6} 40 1.25×10^{-9}

解析: (1) “用油膜法估测油酸分子的大小”实验步骤为: 准备油酸酒精溶液④→准备带水的浅盘及撒爽身粉②→形成油膜①→描绘油膜轮廓⑤→计算分子直径③, 故正确的顺序为: ④②①⑤③.

(2) 1 滴油酸酒精溶液中纯油酸的体积为: $V = \frac{1}{1\,000} \times \frac{1}{200} \text{ mL} = 5 \times 10^{-6} \text{ mL}$, 面积超过正方形一半的正方形的个数为 40 个, 故油膜的面积 $S = 40 \times 1 \times 1 \text{ cm}^2 = 40 \text{ cm}^2$, 油酸分子直径 $d = \frac{V}{S} = \frac{5 \times 10^{-6} \times 10^{-6}}{40 \times 10^{-4}} \text{ m} = 1.25 \times 10^{-9} \text{ m}$.

19. (1) 3×10^{24} (2) $3 \times 10^{-9} \text{ m}$

解析: (1) 设 N_2 的物质的量为 n , 则 $n = \frac{\rho V}{M}$

氮气的分子总数 $N = \frac{\rho V}{M} N_A$

代入数据得 $N = 3 \times 10^{24}$.

(2) 每个分子所占的空间为 $V_0 = \frac{V}{N}$

按立方体估算, 设分子间平均距离为 a , 则有 $V_0 = a^3$, 即 $a = \sqrt[3]{V_0} = \sqrt[3]{\frac{V}{N}}$

代入数据得 $a \approx 3 \times 10^{-9} \text{ m}$.

20. (1) ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{38}^{90}\text{Sr} + {}_{54}^{136}\text{Xe} + 10{}_0^1\text{n}$

(2) $1.4 \times 10^2 \text{ MeV}$

解析: (1) 根据核反应的质量数守恒与电荷数守恒, 则有: ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{38}^{90}\text{Sr} + {}_{54}^{136}\text{Xe} + 10{}_0^1\text{n}$.

(2) 一个铀核裂变的质量亏损为

$\Delta m = (235.043\,9 + 1.008\,7) \text{ u} - (89.907\,7 + 135.907\,2 + 10 \times 1.008\,7) \text{ u} = 0.150\,7 \text{ u}$

释放的能量为

$\Delta E = \Delta m \times 931.5 \text{ MeV} \approx 1.4 \times 10^2 \text{ MeV}$.

21. (1)无漏气 (2)1:11

解析: (1) 由题意知, 车胎内气体的体积不变, 由查理定律得 $\frac{p_1}{273 + t_1} = \frac{p_2}{273 + t_2}$

解得 $p_2 = 220 \text{ kPa} = 2.2 \text{ bar}$

故前轮胎无漏气的情况.

(2) 设轮胎体积为 V , 充气过程可理解为, 压强为 $p_3 = 2.2 \text{ bar}$, 体积为 V_3 的气体, 一次性压缩为压强 $p = 2.4 \text{ bar}$, 体积为 V 的气体, 且过程中温度不变

根据玻意耳定律有 $p_3 V_3 = pV$

代入数据可得 $V_3 = \frac{12}{11} V$

故充入气体质量和车胎内原有气体质量之比

$\frac{\Delta m}{m} = \frac{V_3 - V}{V} = \frac{\frac{1}{11} V}{V} = \frac{1}{11}$.

22. (1) ${}_0^1\text{n} \rightarrow {}_1^1\text{H} + {}_{-1}^0\text{e} + {}_0^0\bar{\nu}_e$ $0.746\,8 \text{ MeV}$ (2) $\frac{2}{3}$

解析: (1) 中子衰变成一个质子、一个电子和一个中微子, 其核反应式为

${}_0^1\text{n} \rightarrow {}_1^1\text{H} + {}_{-1}^0\text{e} + {}_0^0\bar{\nu}_e$

根据爱因斯坦质能方程得

$\Delta E_d = m_n c^2 - (m_p c^2 + m_e c^2) = 0.79 \text{ MeV}$

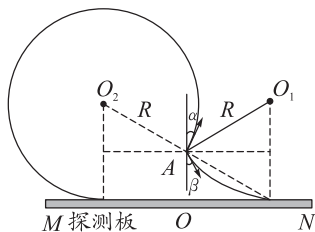
质子的动能 $E_{kp} = \frac{p^2}{2m_p} = 0.043\,2 \text{ MeV}$

电子和反中微子的总动能 $E_e + E_{\bar{\nu}_e} = \Delta E_d - E_{kp} = 0.746\,8 \text{ MeV}$.

(2) 根据牛顿第二定律, 有 $evB = m_p \frac{v^2}{R}$, 得质子运

动半径 $R = \frac{m_p v}{eB} = \frac{p}{eB} = 0.3 \text{ m}$

运动轨迹如图所示



轨迹与探测板相切时落点最远, 设质子与竖直方向的发射角为 α 时在 O 点左侧相切, 发射角为 β 时在 O 点右侧相切, 根据几何关系知, 打到探测板

对应发射角度 $\alpha = \beta = \frac{\pi}{6}$

能够打在 MN 板的夹角为

$$\pi + \alpha + \beta = \frac{4\pi}{3}$$

可得质子计数率为 $\eta = \frac{\frac{4\pi}{3}}{2\pi} = \frac{2}{3}$.