

2023 北京清华附中高二（下）期末

物 理

（清华附中高 21 级） 2023.07

一、单项选择题（本题共 14 小题，每小题 3 分，共 42 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 3 分，错选、多选，该小题不得分）

1. 如图 1 所示为 α 粒子散射的实验装置图。对该实验的解释，下列说法合理的是（ ）



- A. 原子内部存在质子
- B. 原子核是由质子和中子组成的
- C. 原子的正电荷在原子内部是均匀分布的
- D. 原子的全部正电荷和绝大部分的质量都集中在一个很小的核上

2. 关于天然放射现象，下列说法正确的是（ ）

- A. 天然放射现象说明原子具有核式结构
- B. 若使放射性物质的温度升高，其半衰期将减小
- C. β 衰变所释放的电子是原子核内的中子转变为质子时所产生的
- D. 在 α 、 β 、 γ 这三种射线中， γ 射线的穿透能力最强， β 射线的电离能力最强

3. 如图所示为氢原子能级的示意图。下列说法正确的是（ ）

n	E/eV
∞	0
4	-0.85
3	-1.51
2	-3.40
1	-13.60

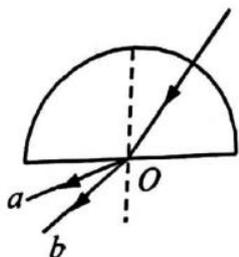
- A. 处于基态的氢原子只能吸收 13.6eV 的能量实现电离
 - B. 处于基态的氢原子可以吸收能量为 13.0eV 的光子
 - C. 跃迁到 $n = 4$ 能级的大量氢原子，最多可以向下跃迁辐射出 3 种频率的光子
 - D. 氢原子由基态跃迁到激发态后，核外电子动能减小，原子的电势能增大
4. 下列现象中，与原子核内部变化有关的是（ ）
- A. β 衰变现象
 - B. α 粒子散射现象
 - C. 光电效应现象
 - D. 原子发光现象

关注北京高考在线官方微信：[京考一点通](#)（微信号:bjgkzx），获取更多试题资料及排名分析信息。

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

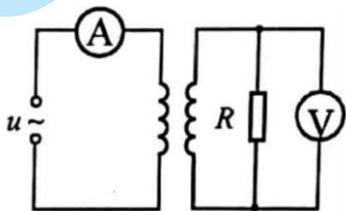
- A. 传播速度更大, 相同时间传递的信息量更大 B. 频率更高, 光子能量更大
C. 波长更大, 更容易发生衍射现象 D. 不能发生干涉现象

6. 一束复色光沿半径方向射向一半圆形玻璃砖, 发生折射而分为 a 、 b 两束单色光, 其传播方向如图所示。下列说法正确的是 ()



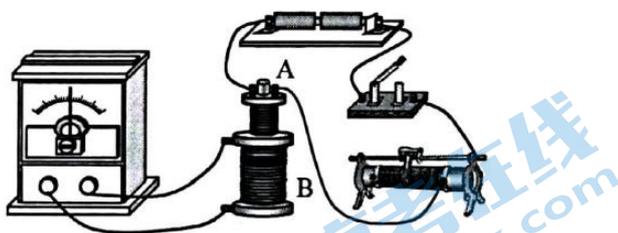
- A. 若增大入射角, b 光先发生全反射 B. 玻璃砖对 a 光的折射率大于对 b 光的折射率
C. 在真空中 a 光的传播速度大于 b 光的传播速度 D. 如果 b 光是绿光, 那么 a 光可能是红光

7. 如图所示, 理想变压器的原线圈接在 $u = 220\sqrt{2}\sin 100\pi t$ (V) 的交流电源上, 副线圈接有 $R = 22\Omega$ 的负载电阻, 原、副线圈匝数之比为 5:1, 电流表、电压表均为理想电表, 下列说法正确的是 ()



- A. 电压表的读数约为 62V B. 电流表的读数为 10.0A
C. 原线圈的输入功率为 88W D. 副线圈输出交流电的频率为 10Hz

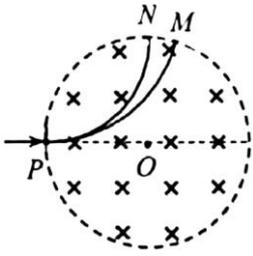
8. 如图 5 所示, 线圈 A 通过滑动变阻器和开关连接到电源上, 线圈 B 的两端连到电流表上, 把线圈 A 装在线圈 B 的里面。实验中观察到, 开关闭合瞬间, 电流表指针向右偏转, 则 ()



- A. 开关断开瞬间, 电流表指针不偏转
B. 开关闭合瞬间, 两个线圈中的电流方向可能同为顺时针或逆时针
C. 开关闭合, 向右移动滑动变阻器的滑片, 电流表指针向右偏转
D. 开关闭合, 向上拔出线圈 A 的过程中, 线圈 B 将对线圈 A 产生排斥力

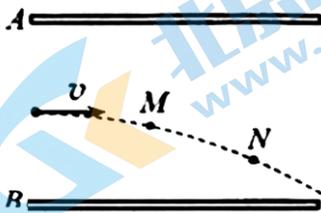
9. 如图所示, 圆形区域内有垂直纸面向里的匀强磁场, 一带电粒子从圆周上的 P 点沿半径方向射入磁场。

若粒子射入磁场时的速度大小为 v_1 ，运动轨迹为 PN ；若粒子射入磁场时的速度大小为 v_2 ，运动轨迹为 PM 。不计粒子的重力。下列判断正确的是（ ）



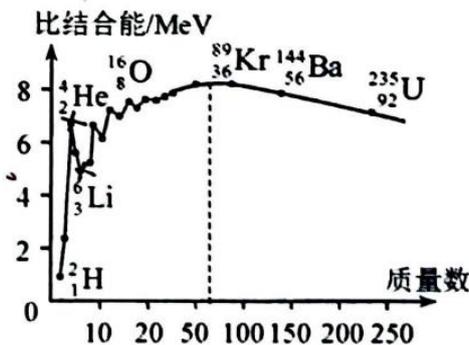
- A. 粒子带负电 B. 速度 v_1 大于速度 v_2
- C. 粒子以速度 v_1 射入时，在磁场中运动时间较长 D. 粒子以速度 v_1 射入时，在磁场中运动的加速度较大

10. 如图所示，平行金属板 A 、 B 水平正对放置，分别带等量异号电荷。一带电微粒水平射入板间，在重力和静电力共同作用下运动，轨迹如图中虚线所示，那么（ ）



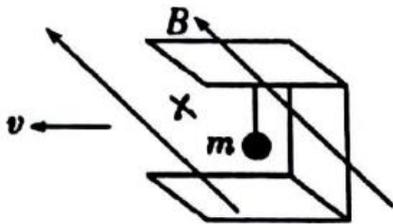
- A. 若微粒带正电荷，则 A 板一定带正电 B. 微粒从 M 点运动到 N 点动能一定增加
- C. 微粒从 M 点运动到 N 点电势能一定增加 D. 微粒从 M 点运动到 N 点机械能一定增加

11. 核能的发现是人们探索微观物质结构的一个重大成果，核能的利用可以有效缓解常规能源的短缺。原子核的比结合能（平均结合能）曲线如图所示，下列说法正确的有（ ）



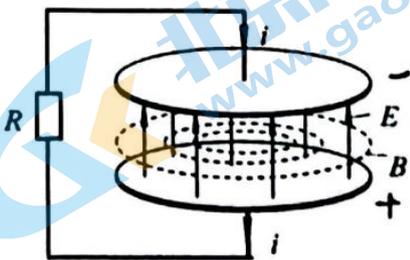
- A. ${}^4_2\text{He}$ 核比 ${}^6_3\text{Li}$ 核更稳定 B. ${}^{144}_{56}\text{Ba}$ 核比 ${}^{235}_{92}\text{U}$ 的结合能更大
- C. ${}^2_1\text{H}$ 核的结合能约为 1MeV D. 两个 ${}^2_1\text{H}$ 核结合成 ${}^4_2\text{He}$ 核时吸收能量

12. 如图所示，有一用铝板制成的 U 型框，将一质量为 m 的带正电小球用绝缘细线悬挂在框中，使整体在匀强磁场中沿垂直于磁场方向向左以速度 v 匀速运动，悬挂拉力为 F_T ，则（ ）



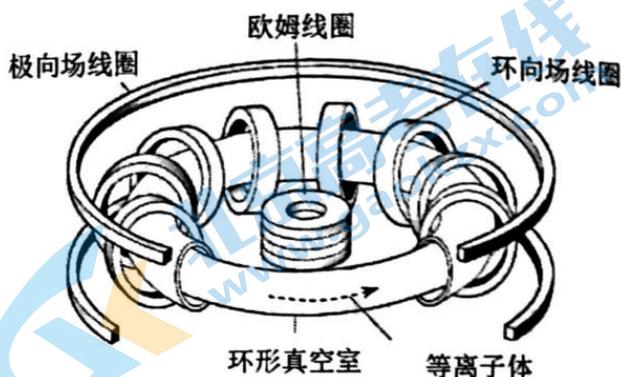
- A. 悬线竖直, $F_T = mg$ B. 悬线竖直, $F_T > mg$
 C. 悬线竖直, $F_T < mg$ D. 无法确定 F_T 的大小和方向

13. 麦克斯韦在前人研究的基础上, 创造性地建立了经典电磁场理论, 进一步揭示了电现象与磁现象之间的联系。他大胆地假设: 变化的电场就像导线中的电流一样, 会在空间产生磁场, 即变化的电场产生磁场。以平行板电容器为例: 圆形平行板电容器在充、放电的过程中, 板间电场发生变化, 产生的磁场相当于一连接两板的板间直导线通以充、放电电流时所产生的磁场。若某时刻连接电容器和电阻 R 的导线中电流 i 的方向如图中所示, 则下列说法正确的是 ()



- A. 两平行板间的电场正在增强 B. 该变化电场产生逆时针方向 (俯视) 的磁场
 C. 该变化电场产生的磁场越来越强 D. 电路中的电流正比于板间的电场强度的大小

14. 托卡马克 (Tokamak) 是一种复杂的环形装置, 环心处有一欧姆线圈, 四周是一个环形真空室, 真空室外部排列着环向场线圈和极向场线圈, 如图所示。当欧姆线圈中通以变化的电流时, 在托卡马克的内部会产生巨大的涡旋电场, 将真空室中的等离子体加速, 从而达到较高的温度。再通过其他方式的进一步加热, 就可以达到核聚变的临界温度。同时, 环形真空室中的高温等离子体形成等离子体电流, 与极向场线圈、环向场线圈共同产生磁场, 在真空室区域形成闭合磁笼, 将高温等离子体约束在真空室中, 有利于核聚变的进行。已知真空室内等离子体中的带电粒子的平均动能与等离子体的温度 T 成正比, 以下说法中正确的是 ()



- A. 托卡马克主要利用欧姆线圈产生的磁场对等离子体加速

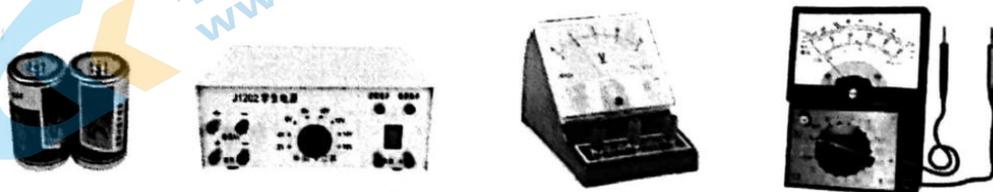
- B. 欧姆线圈中通以恒定电流时，托卡马克装置中的等离子体将不能发生核聚变
- C. 极向场线圈和环向场线圈的主要作用是加热等离子体
- D. 为了约束温度为 T 的等离子体在真空室内做圆周运动，所需要的垂直于真空室环面的磁感应强度 B 必须正比于温度 T

二、实验题（每空 2 分，共 18 分）

15. 某实验小组用可拆变压器探究“变压器的电压与匝数的关系”，可拆变压器如图所示。



(1) 以下给出的器材中，本实验需要用到的是_____。

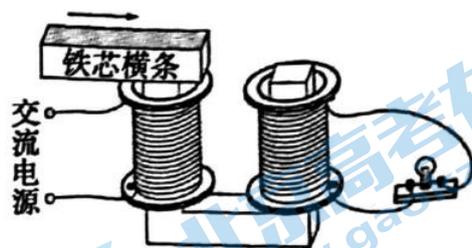


- A. 干电池 B. 学生电源 C. 实验室用电压表 D. 多用电表

(2) 关于本实验，下列说法正确的是_____。

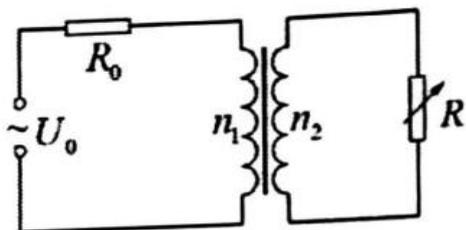
- A. 为确保实验安全，实验中要求原线圈匝数小于副线圈匝数
- B. 因为使用的电压较低，通电时可直接用手接触裸露的导线进行连接
- C. 实验时可以保持原线圈电压、匝数不变，改变副线圈的匝数，探究副线圈匝数对副线圈电压的影响
- D. 变压器开始正常工作后，通过铁芯导电将电能从原线圈传递到副线圈

(3) 可拆变压器的铁芯是由相互绝缘的薄硅钢片叠压而成。如图所示，原线圈接交流电源，副线圈接入小灯泡。第一次，缓缓移动铁芯横条使铁芯完全闭合；第二次，另取一块与变压器铁芯横条尺寸相同的普通铁块替换铁芯横条，重复上述实验。两次均观察到小灯泡由暗变亮。以下说法正确的是_____。



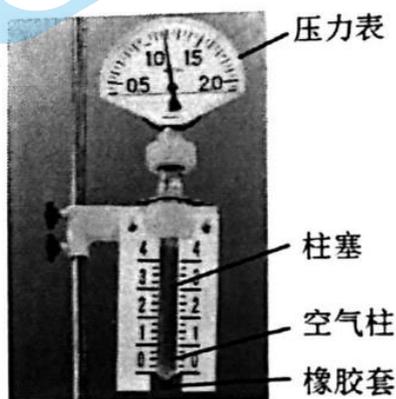
- A. 第二次实验中小灯泡更亮些
- B. 用普通铁块和用铁芯横条相比，普通铁块更容易发热
- C. 无论用普通铁块还是用铁芯横条，流经小灯泡的电流均为交变电流

(4) 如图所示的电路中，电压为 U_0 的交流电源通过阻值为 R_0 的定值电阻与一理想变压器的原线圈连接，一可变电阻 R 与该变压器的副线圈连接，原、副线圈的匝数分别为 n_1 、 n_2 。若保持 U_0 不变，将可变电阻 R 的阻值增大，则流经原线圈的电流_____ (选填“增大”“减小”或“不变”)；当可变电阻 R 的阻值为_____ (用 n_1 、 n_2 和 R_0 表示)，可变电阻 R 的功率最大。



16. 某同学用如图所示装置探究气体等温变化的规律，该同学按如下操作步骤进行实验：

- 将注射器活塞移动到空气柱体积适中的位置，用橡胶塞密封注射器的下端，记录此时压力表上显示的气压值和压力表刻度尺上显示的空气柱长度
- 用手握住注射器前端，开始缓慢推拉活塞改变气体体积；
- 读出此时压力表上显示的气压值和刻度尺上显示的空气柱长度
- 重复 b、c 两步操作，记录 6 组数据，作 $p-V$ 图。



(1) 关于该同学在实验操作中存在的_{不当}及其原因，下列叙述中正确的是_____。

- 实验过程中手不能握注射器前端，以免改变了空气柱的温度
- 应该以较快的速度推拉活塞来改变气体体积，以免操作动作慢使空气柱的质量发生改变

(2) 实验室中有容积为 5mL 和 20mL 两种注射器供选择，为能用较小的力作用在活塞上使气体体积发生明显变化，选用容积为_____ mL 的注射器更合适；实验中为了找到气体体积与压强的关系_____

(选填“需要”或“不需要”)测出空气柱的横截面积。

(3) 为进一步探究气体压强和体积的定量关系，该同学利用所采集的数据在坐标纸上描点，绘制出了如图所示的 $p-V$ 图线。通过该图线，他猜测：空气柱的压强跟体积成反比。你能够通过图像直观地帮助该同学检验这个猜想吗？请简要说明你的方案。_____。

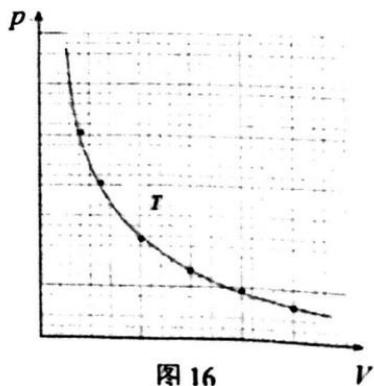
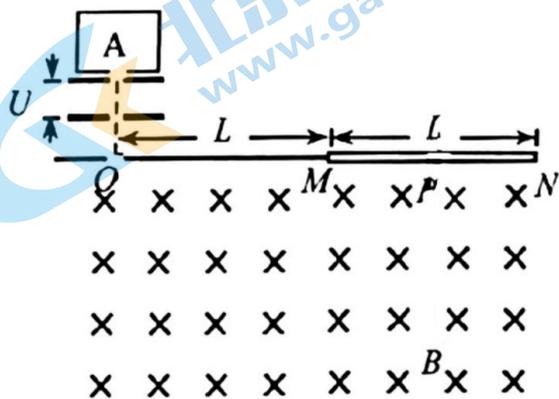


图 16

三、计算题（本题共 4 小题，共 40 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）

17. (9 分) 一台质谱仪的工作原理如图 17 所示，电荷量为 q 、质量为 m 的正离子，从容器 A 下方的小孔飘入电压为 U 的加速电场，其初速度几乎为 0。这些离子经加速后通过狭缝 O 沿着与磁场垂直的方向进入匀强磁场中，最后打在照相底片 MN 的中点 P 上。已知，放置底片的区域 $MN = L$ ，且 $OM = L$ 。

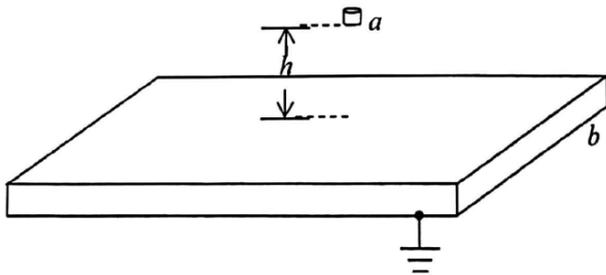


(1) 求离子进入磁场时的速度 v 的大小；

(2) 求磁场的磁感应强度 B 的大小；

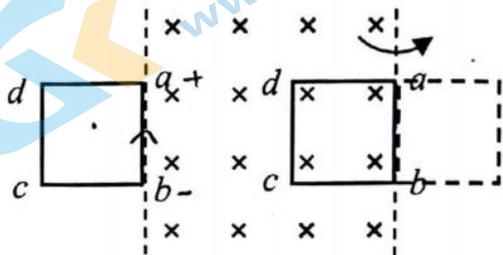
(3) 某次测量发现底片 MN 左侧包括 P 点在内的区域损坏，检测不到离子，但右侧区域仍能正常检测到离子。若要使原来打到底片中点的离子可以被检测，在不改变底片位置的情况下，分析说明可以采取哪些措施调节质谱仪。

18. (11 分) 如图所示，某空间有一竖直向下的匀强电场，电场强度 $E = 1.0 \times 10^2 \text{ V/m}$ ，一块足够大的接地金属板水平放置在匀强电场中，在金属板的正上方高度 $h = 0.80 \text{ m}$ 的 a 处有一粒子源，盒内粒子以 $v_0 = 2.0 \times 10^2 \text{ m/s}$ 的初速度向水平面以下的各个方向均匀释放质量为 $m = 2.0 \times 10^{-15} \text{ kg}$ 、所带电荷量为 $q = +1.0 \times 10^{-12} \text{ C}$ 的带电粒子，粒子最终落在金属板 b 上。若不计粒子重力，求：（结果保留两位有效数字）



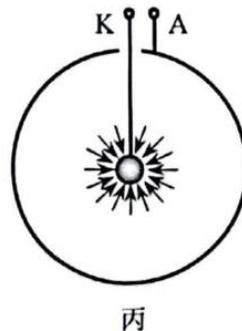
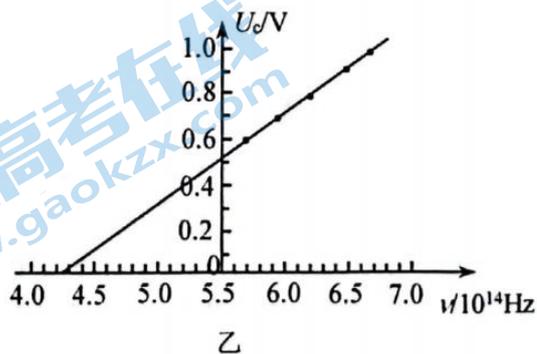
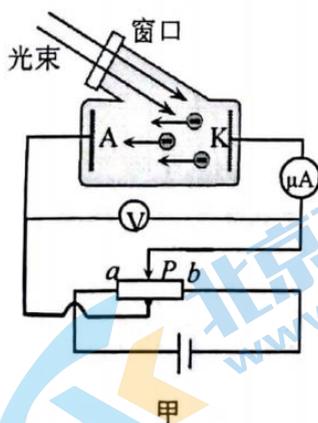
- (1) 粒子源所在处 a 点的电势；
- (2) 带电粒子打在金属板上时的动能；
- (3) 从粒子源射出的粒子打在金属板上的范围（所形成的面积）；
- (4) 若使带电粒子打在金属板上的范围减小，可以通过改变哪些物理量来实现？

19. (10分) 如图所示，空间存在竖直向下的有界匀强磁场 B ，一单匝边长为 L ，质量为 m 的正方形线框 $abcd$ 放在水平桌面上，在水平外力作用下从左边界以速度 v 匀速进入磁场，当 cd 边刚好进入磁场后立刻撤去外力，线框 ab 边恰好到达磁场的右边界，然后将线框以 ab 边为轴，以角速度 ω 匀速翻转到图示虚线位置。已知线框与桌面间动摩擦因数为 μ ，磁场宽度大于 L ，线框电阻为 R ，重力加速度为 g ，求：



- (1) 当 ab 边刚进入磁场时， ab 两端的电压 U_{ab} ；
- (2) 水平拉力 F 的大小和磁场的宽度 d ；
- (3) 整个过程中产生的总热量 Q 。

20. (10分) 利用如图甲所示的电路研究光电效应，以确定光电管中电子的发射情况与光照的强弱、光的频率等物理量间的关系。K、A 是密封在真空玻璃管中的两个电极，K 受到光照时能够发射电子。K 与 A 之间的电压大小可以调整。移动变阻器的滑片，可以获得灵敏电流计示数 I 与电压表示数 U 之间的关系。



- (1) 为了测得遏止电压，滑片 P 应该往 a 还是 b 端移动？

(2) 美国物理学家密立根通过该实验研究光电效应，从而验证了爱因斯坦光电效应方程的正确性。他在实验中测量出某种金属的遏止电压 U_c 和与之对应的入射光的频率 ν 的多组数据，并利用这些数据作出 $U_c - \nu$ 图线，如图乙所示。已知元电荷 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{C}$ 。求普朗克常量 h 的数值。(运算结果保留 2 位有效数字)

(3) 某同学设计了一种利用光电效应的电池，如图丙所示。K 电极加工成球形，A 电极加工成透明导电的球壳形状。已知 K 电极发射光电子的最小动能为 E_{k1} ，最大动能为 E_{k2} ，电子电荷量为 e_0 假定照射到 K 电极表面的光照条件不变，单位时间射出的电子数目为 N ，所有射出的电子都是沿着球形结构半径方向向外运动，且忽略电子的重力及在球壳间的电子之间的相互作用。

- 求 A、K 之间的最大电势差 U_m ，以及将 A、K 短接时回路中的电流 $I_{短}$ ；
- 在 A、K 间接上不同负载 R 时，电路中的电流可能会变化，求 R 在什么范围内变化，电流可保持不变。

参考答案

一、选择题，每题3分，共42分，少选得2分。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
D	C	D	A	B	B	C	C	C	B	A	A	D	B

二、实验题，每空2分，共18分。

15. (1) BD; (2) C; (3) BC; (4) 减小; $\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 R_0$

16. (1) A; (2) 20, 不需要;

(3) 画出压强 p 和体积 V 的倒数 $p-1/V$ 图像, 若图像为一条过原点的直线, 可认为压强和体积成反比。

三、计算题, 共46分。

17. (1) 离子加速过程, 根据功能关系 $qU = \frac{1}{2}mv^2$ 得 $v = \sqrt{\frac{2Uq}{m}}$

(2) 离子进入磁场做匀速圆周运动, 根据牛顿第二定律 $qvB = m\frac{v^2}{r}$ 根据题意 $r = \frac{3}{4}L$ 得 $B = \frac{4}{3L}\sqrt{\frac{2Um}{q}}$

(3) 由 (1) (2) 可推得 $r = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2Um}{q}}$

可知, 将 r 增大的调整措施有增大加速电场的电压 U , 或减小磁场的磁感应强度 B

18. (1) 在电场中粒子源所在处与金属板间的电势差为 U_{ab} , 粒子源所在处的电势为 φ_a , 金属板电势为 φ_b , 因金属板接地, 所以 $\varphi_b = 0$

$$U_{ab} = \varphi_a - \varphi_b \quad U_{ab} = E \cdot h \quad \varphi_a = 80V$$

(2) 带电粒子在下落过程中只受电场力作用, 由动能定理 $W_{电} = E_{k2} - E_{k1}$

$$Eqh = E_{k2} - \frac{1}{2}mv_0^2 \text{ 得 } E_{k2} = 1.2 \times 10^{-10}J$$

(3) 带电粒子打在金属板上的范围是一个半径为 r 的圆。从粒子源水平射出的粒子在电场中做类平抛运动,

落在金属板上的位置是该圆的边缘。由 $h = \frac{1}{2}at^2 = \frac{Eq}{2m}t^2$

$$r = v_0t \quad s = \pi r^2 = \pi(v_0t)^2$$

粒子打在金属板上的范围为半径为 r 的圆的面积 $s = 4.0m^2$

(4) 若减小粒子打在金属板上的范围, 可以减小粒子到金属板的高度或增大电场强度。

$$19. (1) E = BLv \quad I = \frac{E}{R} = \frac{BLv}{R} \quad U_{ab} = I \cdot \frac{3}{4}R = \frac{3BLv}{4}$$

$$(2) F = F_1 + \mu mg = \frac{B^2L^2v}{R} + \mu mg,$$

撤去拉力后，线框匀减速运动， $x_1 = \frac{v^2}{2\mu g}$ ，所以， $d = L + \frac{v^2}{2\mu g}$

$$(3) \text{ 进入磁场过程中产生焦耳热 } Q_1 = I^2 R t_1 = \frac{B^2 L^3 v}{R}$$

$$\text{由于摩擦产生的热量 } Q_2 = \mu mg \left(L + \frac{v^2}{2\mu g} \right) = \mu mg L + \frac{1}{2} m v^2$$

$$\text{线框在绕 ab 轴翻转过程中， } E_m = BL^2 \omega, \text{ 有效值 } E = \frac{BL^2 \omega}{\sqrt{2}}, t = \frac{1}{4} T = \frac{\pi}{2\omega},$$

$$\text{产生焦耳热 } Q_3 = I^2 R t = \frac{E^2}{R} t = \frac{\pi B^2 L^4 \omega}{4R}$$

$$\text{所以整个过程产生的热量为 } Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = \mu mg L + \frac{1}{2} m v^2 + \frac{B^2 L^3 v}{R} + \frac{\pi B^2 L^4 \omega}{4R}$$

20. (1) 向 a 端移动。

(2) 设入射光的频率为 ν ，金属的逸出功为 W_0 ，由爱因斯坦光电效应方程，光电子最大初动能

$$E_k = h\nu - W_0$$

$$\text{产生焦耳热 } Q_3 = I^2 R t = \frac{E^2}{R} t = \frac{\pi B^2 L^4 \omega}{4R}$$

$$\text{所以整个过程产生的热量为 } Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = \mu mg L + \frac{1}{2} m v^2 + \frac{B^2 L^3 v}{R} + \frac{\pi B^2 L^4 \omega}{4R}$$

20. (1) 向 a 端移动。

(2) 设入射光的频率为 ν ，金属的逸出功为 W_0 ，由爱因斯坦光电效应方程，光电子最大初动能

$$E_k = h\nu - W_0$$

$$\text{由动能定理 } eU_c = E_k \text{ 得 } U_c = \frac{h}{e}\nu - \frac{W_0}{e}$$

$$\text{由 } U_c - \nu \text{ 关系式及图象可知， } \frac{h}{e} = \frac{\Delta U_c}{\Delta \nu}$$

$$\text{解得 } h = 6.3 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s 或 } 6.4 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

(3) a. 电子聚集在 A 电极后，使 A 极带负电，因此会在球内部建立一个从 K 指向 A 的反向电场，阻碍电子继续往 A 聚集。当 A、K 之间达到最大电势差 U_m ，最大动能为 E_{k2} 的电子都无法到达 A 极。

$$\text{根据动能定理 } -eU_m = 0 - E_{k2} \text{ 可得 } U_m = \frac{E_{k2}}{e}$$

A、K 短接时，所有电子都能到达 A 极，短路电流即饱和电流 $I_0 = Ne$

b. 所有电子都能到达 A 极，电流就能保持 $I_0 = Ne$ 不变，故 AK 之间的电压要满足 $U < U_1$ ，其中

$$U_1 = \frac{E_{k1}}{e} \text{ 则 } R = \frac{U}{I_0} < \frac{E_{k1}}{Ne^2}$$



关注北京高考在线官方微信：**京考一点通**（微信号:bjgkzx），获取更多试题资料及排名分析信息。

北京高一高二高三期末试题下载

京考一点通团队整理了【**2023年7月北京各区各年级期末试题&答案汇总**】专题，及时更新 最新试题及答案。

通过【**京考一点通**】公众号，对话框回复【**期末**】或者底部栏目<**高一高二**>**期末试题**>，进入汇总专题，查看并下载电子版试题及答案！

