

2023北京北师大二附中高二（上）期中

物 理

2023. 11

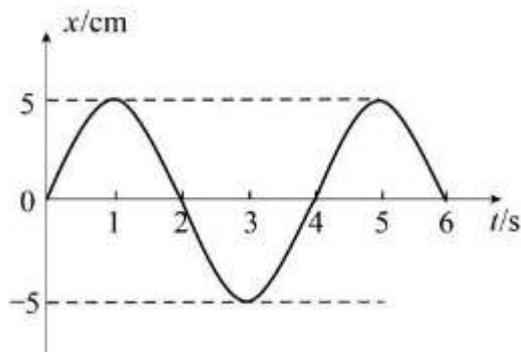
考试时间90分钟 满分100分

第I卷(选择题46分)

一、单项选择题：本题共 10 小题，共 30 分。每小题选对得 3 分，选错和不选得零分。答案涂在答题卡上。

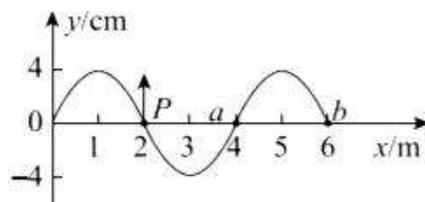
1. 某弹簧振子沿 x 轴的简谐运动图像如图所示，下列描述正确的是

- A. $t=1\text{ s}$ 时，振子的速度为零，加速度为负的最大值
- B. $t=1\text{ s}$ 时，振子的速度为负，加速度为正的最大值
- C. $t=4\text{ s}$ 时，振子的速度为负的最大值，加速度为零
- D. $t=4\text{ s}$ 时，振子的速度为正，加速度为负的最大值



2. 一列简谐横波某时刻波形如图所示，此时质点 P 的速度方向沿 y 轴正方向，则

- A. 这列波沿 x 轴负方向传播
- B. 质点 a 此时动能最大，加速度最小
- C. 再经过一个周期，质点 P 运动到 $x=6\text{ m}$ 处
- D. 当质点 P 运动到最低点时，质点 b 恰好运动到平衡位置

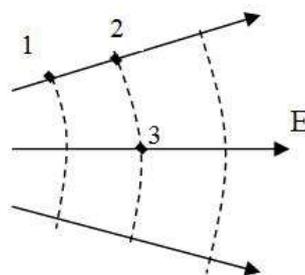


3. 声波是一种机械波，具有波的特性，关于声波下列说法中正确的是

- A. 不同频率的声波在空气中相遇时不会叠加
- B. 高频声波和低频声波相遇时能发生干涉现象
- C. 相同条件下，低频声波比高频声波更容易发生衍射现象
- D. 不同频率的声波在空气中相遇时频率均会发生改变

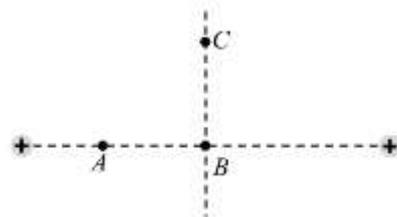
4. 如图所示，实线表示某静电场的电场线，虚线表示该电场的等势面。下列判断正确的是

- A. 1、2 两点的场强相同
- B. 2、3 两点的场强相同
- C. 1、2 两点的电势相等
- D. 2、3 两点的电势相等

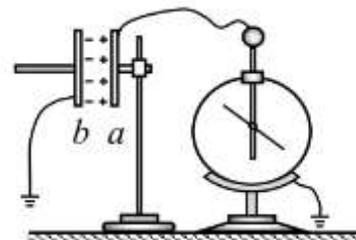


5. 如图所示，A、B 为两个等量正点电荷连线上的两点（其中 B 为连线中点），C 为连线中垂线上的一点。现将一带负电的试探电荷自 A 沿直线移到 B 再沿直线移到 C。下列说法中正确的是

- A. B 点的场强比 C 点的场强大

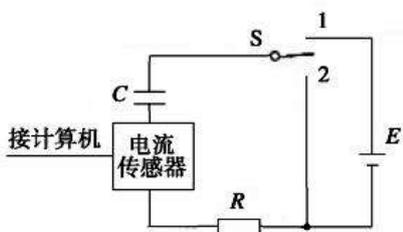


- B. A 点的电势比 C 点的电势高
 C. 从 A 点移到 B 点的过程中, 电场力对该试探电荷做正功
 D. 从 B 点移到 C 点的过程中, 该试探电荷的电势能保持不变
6. 研究与平行板电容器电容有关因素的实验装置如图所示。下列说法正确的是

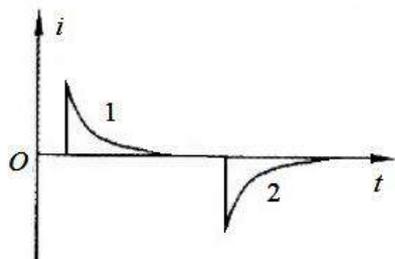


- A. 实验前, 只用带电玻璃棒与电容器 a 板接触, 就能使电容器带电
 B. 实验中, 只将电容器 b 板向上平移, 静电计指针的张角变小
 C. 实验中, 只在极板间插入有机玻璃板, 静电计指针的张角变大
 D. 实验中, 只增加极板带电量, 静电计指针的张角变大, 表明电容增大

7. 在研究电容器的充、放电实验中, 把一个电容器、电流传感器、电阻、电源、单刀双掷开关按图甲所示连接。先使开关 S 与 1 端相连, 电源向电容器充电; 然后把开关 S 掷向 2 端, 电容器放电。电流传感器与计算机连接, 记录这一过程中电流随时间变化的 $i-t$ 图像如图乙所示, 图线 1 表示电容器的充电过程, 图线 2 表示电容器的放电过程。下列选项正确的是



甲



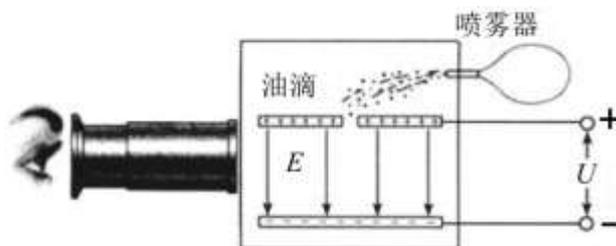
乙



- A. 电容器充电过程中流过电阻 R 的电流方向向左
 B. 电容器放电过程中流过电阻 R 的电流方向向右
 C. 图乙中图线 1 与横轴所围的面积, 表示电容器充电后所带电荷量的大小
 D. 图乙中形成图线 2 的过程中, 电容器存储的电荷减少得越来越快

8. 如图所示为密立根油滴实验示意图。实验中要设法使带负电的油滴悬浮在电场中。若在实验中观察到某一个带负电的油滴向下加速运动。在该油滴向下运动的过程中, 下列说法正确的是

- A. 静电力做正功
 B. 重力和静电力的合力做负功
 C. 重力势能的减少量大于电势能的增加量
 D. 重力势能的减少量小于动能的增加量

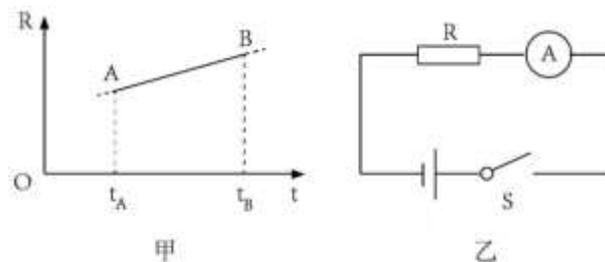


9. 图甲表示某金属丝的电阻 R 随摄氏温度 t 变化的情况。

把这段金属丝与电池、电流表串联起来 (图乙), 用这段金属丝做测温探头, 把电流表的刻度改为相应的温度刻度, 就得到了一个简易温度计。下列说法正确的是

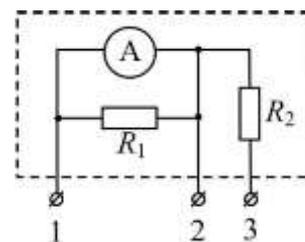
- A. t_A 应标在电流较大的刻度上, 且温度与电流是线性关系

- B. t_A 应标在电流较大的刻度上, 且温度与电流是非线性关系
- C. t_B 应标在电流较大的刻度上, 且温度与电流是线性关系
- D. t_B 应标在电流较大的刻度上, 且温度与电流是非线性关系



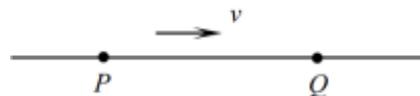
10. 如图所示, 其中电流表 \textcircled{A} 的量程为 0.6 A , 表盘均匀划分为 30 个小格, 每一小格表示 0.02 A ; R_1 的阻值等于电流表内阻的 $\frac{1}{2}$, R_2 的阻值等于电流表内阻的 2 倍。若用电流表 A 的表盘刻度表示流过接线柱 1 的电流值, 则下列分析正确的是

- A. 将接线柱 $1、2$ 接入电路时, 每一小格表示 0.04 A
- B. 将接线柱 $1、2$ 接入电路时, 每一小格表示 0.02 A
- C. 将接线柱 $1、3$ 接入电路时, 每一小格表示 0.06 A
- D. 将接线柱 $1、3$ 接入电路时, 每一小格表示 0.01 A



二、多项选择题: 本题共 4 小题, 共 16 分。每小题选对得 4 分, 漏选得 2 分, 选错和不选得零分。答案涂在答题卡上。

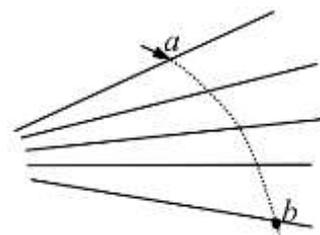
11. 如图所示, 一列简谐横波向右传播, $P、Q$ 两质点平衡位置相距 0.15 m 。当 P 运动到上方最大位移处时, Q 刚好运动到下方最大位移处, 则这列波的波长可能是



- A. 0.60 m B. 0.30 m C. 0.20 m D. 0.10 m

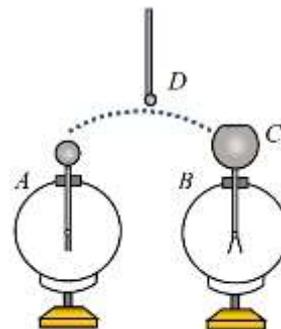
12. 图中实线是一簇未标明方向的由点电荷产生的电场线, 虚线是某一带电粒子通过该电场区域的运动轨迹, $a、b$ 是轨迹上的两点。若带电粒子在运动中只受电场力作用, 根据此图可作出正确判断的是

- A. $a、b$ 两点电势的高低
- B. 带电粒子在 $a、b$ 两点的受力方向
- C. 产生该电场的点电荷的电性
- D. 带电粒子在 $a、b$ 两点的电势能何处较大



13. 为了研究空腔导体内外表面的电荷分布情况, 取两个验电器 A 和 B , 在 B 上装一个几乎封闭的空心金属球 C (仅在上端开有小孔), D 是带有绝缘柄的金属小球, 如图所示。实验前他们都不带电, 实验时首先将带正电的玻璃棒 (图中未画出) 与 C 接触使 C 带电。以下说法正确的是

- A. 若将带正电的玻璃棒接触 C 内表面, 则 B 的箔片会带电
- B. 若将带正电的玻璃棒接触 C 外表面, 则 B 的箔片不会带电
- C. 使 D 接触 C 的内表面, 然后接触 A , 操作若干次, 观察到 A 的箔片张角变大
- D. 使 D 接触 C 的外表面, 然后接触 A , 操作若干次, 观察到 A 的箔片张角变大



14. 金属导电是一个典型的导电模型, 值得深入研究。一金属直导线电阻率为 ρ , 若其两端加电压, 自由

电子将在静电力作用下定向加速，但电子加速运动很短时间就会与晶格碰撞而发生散射，紧接着又定向加速，这个周而复始的过程可简化为电子以速度 v 沿导线方向匀速运动。我们将导线中电流与导线横截面积的比值定义为电流密度，其大小用 j 表示，可以“精细”描述导线中各点电流的强弱。设该导线内电场强度为 E ，单位体积内有 n 个自由电子，电子电荷量为 e ，电子在导线中定向运动时受到的平均阻力为 f 。则下列表达式正确的是

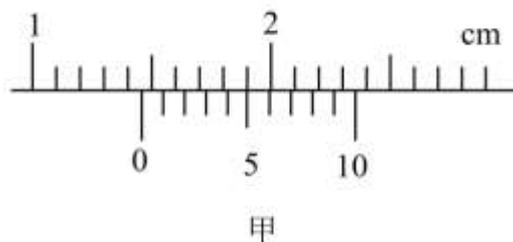
- A. $j = nve$ B. $\rho = nev$ C. $E = \rho j$ D. $f = nev\rho$

第 II 卷(非选择题 54 分)

三、实验题：本题共 2 小题，共 15 分，直接在答题纸上空白处填写正确答案。

15. (4 分) “用单摆测量重力加速度”的实验中：

(1) 用游标卡尺测量小球的直径，如图甲所示，测出的小球直径为 _____ mm；



(2) 实验中下列做法正确的是 _____ (多选)；

- A. 摆线要选择伸缩性大些的，并且尽可能短一些
 B. 摆球要选择质量大些、体积小些的
 C. 拉开摆球，在释放摆球的同时开始计时，当摆球回到开始位置时停止计时，此时间间隔作为单摆周期 T 的测量值
 D. 拉开摆球，使摆线偏离平衡位置角度较小。释放摆球，从平衡位置开始计时，记下摆球做 30 次全振动所用的时间 t ，则单摆周期 $T = \frac{t}{30}$

16. (11 分) 在“测定金属的电阻率”的实验中，金属丝的阻值约为 5Ω ，某同学先用刻度尺测量金属丝的长度 $l=50.00\text{cm}$ ，用螺旋测微器测量金属丝直径时刻度位置如图 1 所示，再用伏安法测出金属丝的电阻，然后根据电阻定律计算出该金属材料的电阻率。

(1) 该电阻丝直径的测量值 $d=$ _____ mm；

(2) 实验中能提供的器材有：

- A. 电压表 V_1 (量程 $0\sim 3\text{V}$ ，内阻约 $3\text{k}\Omega$)
 B. 电压表 V_2 (量程 $0\sim 15\text{V}$ ，内阻约 $15\text{k}\Omega$)
 C. 电流表 A_1 (量程 $0\sim 3\text{A}$ ，内阻约 0.01Ω)
 D. 电流表 A_2 (量程 $0\sim 0.6\text{A}$ ，内阻约 0.1Ω)
 E. 滑动变阻器 R_1 ($0\sim 20\Omega$)
 F. 滑动变阻器 R_2 ($0\sim 500\Omega$)

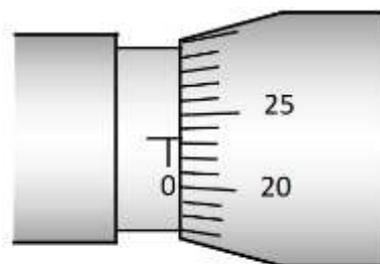
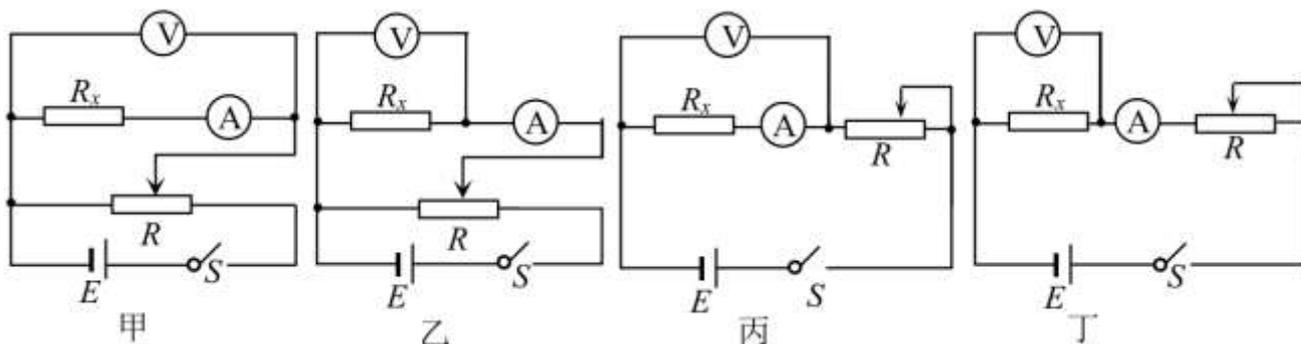
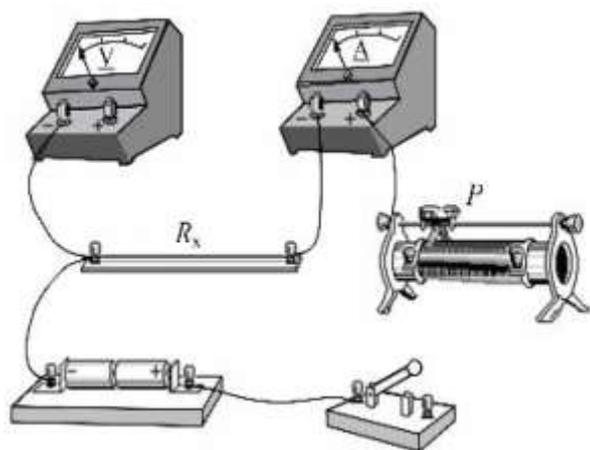


图 1

G. 电源 E (电压为 3.0V) 及开关和导线若干该同学从以上器材中选择合适的器材连接好电路进行测量，则电压表应选择 _____，电流表应选择 _____，滑动变阻器应选择 _____，(选填各器材前的字母)。要求金属丝上的电压能从 0 开始调节，并能较准确地测出金属丝的阻值，实验电路应选用图 _____。



请根据该同学所选的实验电路图，在下图中进行实物连线。



(3) 该同学建立 $U-I$ 坐标系，如图 2 所示，图中已标出了与测量数据对应的五个坐标点，还有一次测量的电压表和电流表示数如图 3 所示，请根据测量数据将坐标点补全，并描绘出 $U-I$ 图线。由图线数据可计算出金属丝的电阻为_____ Ω (保留两位有效数字)。设被测金属丝电阻为 R ，则该金属材料电阻率的表达式是_____ (用题目给出的物理量符号表示)。

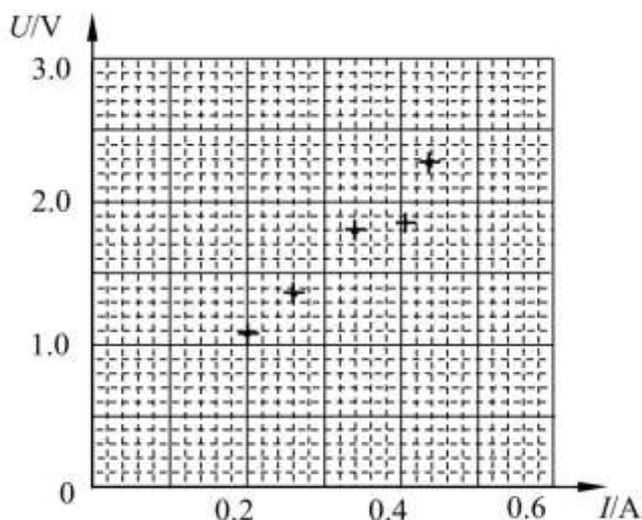


图 2

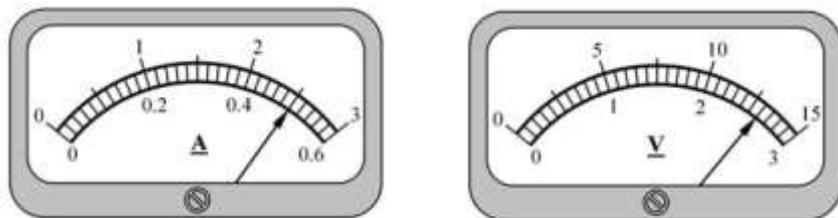


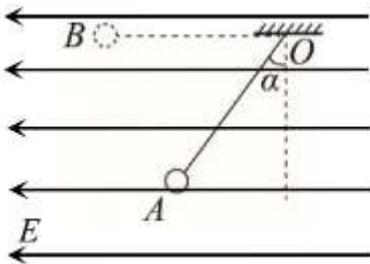
图 3

四、解答题：本题包括4小题，共39分。解答时，在答题纸上应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤。只写出最后答案的不能得分，有数值计算的题，答案中必须明确写出数值和单位。

17. (8分) 在氢原子中模型中，核外电子绕核做半径为 r 的匀速圆周运动。已知电子的质量为 m ，电荷量为 e ，静电力常量为 k 。可以认为电子绕核旋转所需要的向心力由库仑力提供。

(1) 求电子的动能。

(2) 求电子绕核运动形成的等效电流 I 。



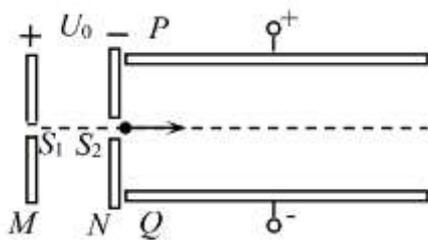
18. (9分) 长为 L 的轻质绝缘细线一端悬于 O 点, 另一端系一质量为 m 、电荷量为 $+q$ 的小球(可视为质点)。如图所示, 在空间施加沿水平方向的匀强电场, 小球静止在 A 点, 此时细线与竖直方向夹角为 $\alpha=37^\circ$ 。已知 $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$, 电场的范围足够大, 重力加速度为 g 。

- (1) 求匀强电场的电场强度大小 E 。
- (2) 求 A 、 O 两点间的电势差 U ;
- (3) 保持细线始终张紧, 将小球从 A 点拉起至与 O 点处于同一水平高度的 B 点。

将小球由 B 点静止释放, 求小球运动至 A 点时速度的大小 v 。

19. (10分) 利用电场来加速和控制带电粒子的运动, 在现代科学实验和技术设备中有广泛的应用。如图所示, M 、 N 为竖直放置的平行金属板, S_1 、 S_2 为板上正对的小孔, 两板间所加电压为 U_0 , 金属板 P 和 Q 水平放置在 N 板右侧, 关于小孔 S_1 、 S_2 所在直线对称, 两板间加有恒定的偏转电压。现有一质子 (${}^1_1\text{H}$) 和 α 粒子 (${}^4_2\text{He}$) 从小孔 S_1 处先后由静止释放, 经加速后穿过小孔 S_2 水平向右进入偏转电场。已知 α 粒子的质量为 m , 电荷量为 q 。

- (1) 求 α 粒子进入偏转电场时的速度大小;
- (2) 请判断质子和 α 粒子在偏转电场中的运动轨迹是否相同, 并说明理由。
- (3) 交换 M 、 N 两板的极性, 使大量电子加速后连续不断地穿过小孔 S_2 水平向右进入偏转电场, 且进入偏转电场的速度均为 $v=6.4 \times 10^7 \text{m/s}$ 。已知极板 P 和 Q 的长度 $L=8 \times 10^{-2} \text{m}$, 间距 $d=5 \times 10^{-3} \text{m}$, 两极板间电压为 U 。已知电子质量 $m_e=9.1 \times 10^{-31} \text{kg}$, 电荷量 $e=1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ 。若要电子不能穿过偏转极板, 求 U 至少为多大。



20. (12分) 研究原子核的结构时, 需要用能量很高的粒子轰击原子核。为了使带电粒子 获得很高的能量, 科学家发明了各种粒子加速器。图 1 为某加速装置的示意图, 它由多个横截面积相同的金属圆筒依次排列组成, 其 轴线在同一直线上, 序号为奇数的圆筒与序号为偶数的圆筒分别和交变电源的两极相 连, 交变电源两极间的电势差的变化规律如图 2 所示。在 $t=0$ 时, 奇数圆筒相对偶数 圆筒的电势差为正值。此时和偶数圆筒相连的金属圆板(序号为 0)的中央有一电子, 在圆板和圆筒 1 之间的电场中由静止开始 加速, 沿中心轴线进入圆筒 1。为使电子在圆 筒之间的间隙都能被加速, 圆筒长度的设计必须遵照一定的 规律。

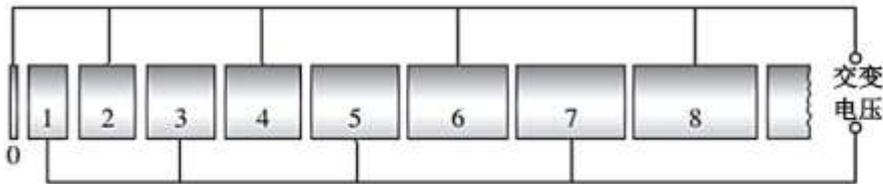


图 1

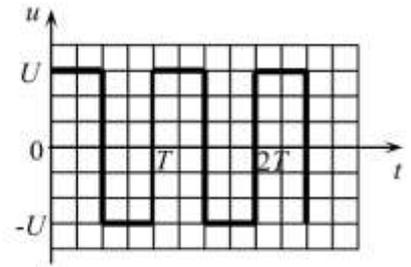


图 2

若电子的质量为 m ，电荷量为 $-e$ ，交变电源的电压为 U ，周期为 T ，两圆筒间隙的电场可视为匀强电场，圆筒内场强均为 0 。不计电子的重力和相对论效应。

- (1) 求电子进入圆筒 1 时的速度 v_1 ，并分析说明电子从圆筒出发到离开圆筒 2 这个过程的运动。
- (2) 若忽略电子通过圆筒间隙的时间，则第 n 个金属圆筒的长度 L_n 应该为多少？
- (3) 若电子通过圆筒间隙的时间不可忽略，且圆筒间隙的距离均为 d ，在保持圆筒长度、交变电压的变化规律和 (2) 中相同的情况下，该装置能够让电子获得的最大速度是多少？



参考答案

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

15.

14.5 BD

16. 0.233

A D E 乙

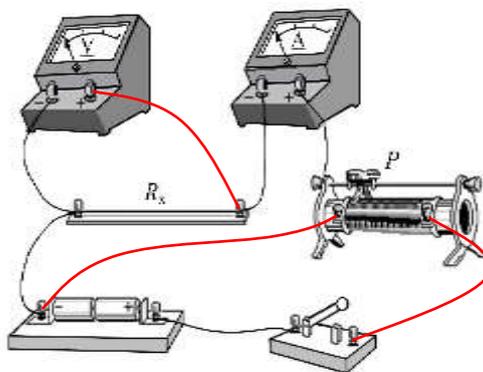
$$5.2 \frac{\pi d^2 R}{4l}$$

17.

$$\frac{ke^2}{r^2} = m \frac{v^2}{r} \quad \frac{ke^2}{r^2} = mr \frac{4\pi^2}{T^2}$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{ke^2}{2r} \quad I = \frac{e}{T}$$

$$I = \frac{e^2}{2\pi r} \sqrt{\frac{k}{mr}}$$



18.

$$E = \frac{3mg}{4q} \quad U = El \sin \alpha = \frac{9mgL}{20q}$$

$$U = El \sin \alpha = \frac{9mgL}{20q}$$

$$mgL \cos \alpha - EqL(1 - \sin \alpha) = \frac{1}{2}mv^2$$

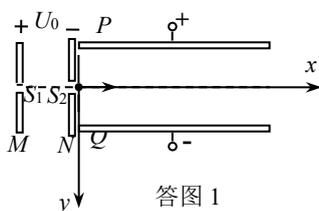
$$v = \sqrt{gL}$$

19. (10分)

(1) 根据动能定理 $qU_0 = \frac{1}{2}mv_0^2$

解得 α 粒子进入偏转电场时的速度大小 $v_0 = \sqrt{\frac{2qU_0}{m}}$ (2分)

(2) 建立如答图 1 所示的坐标系，以出发点为原点，水平向右为 X 轴，向下为 y 轴，设偏转极板 P、Q 间的电压为 U，极板间距为 d，可以表示出轨迹方程为：(1分)



答图 1

$$a = \frac{qU}{md} \quad (1 \text{分})$$

$$x = v_0 t \quad (1 \text{分})$$

$$y = \frac{1}{2} a t^2 \quad (1 \text{分})$$

$$\text{解得 } y = \frac{U}{4U_0 d} x^2 \quad (1 \text{分})$$



与带电粒子的质量和电荷量无关，故质子和 α 粒子在偏转电场中的运动轨迹相同。

(3) 设电子飞出偏转极板的时间为 t ，当电子的侧位移为 $\frac{d}{2}$ 时，

$$\frac{d}{2} = \frac{1}{2} \frac{eu}{m_e d} \left(\frac{L}{v_0}\right)^2 \quad (2 \text{分})$$

$$\text{解得 } u = \frac{m_e d^2 v_0^2}{eL^2} = 91V$$

若要在偏转极板的右侧始终能检测到电子， $U_m > 91V$ 。 (1分)

20. (12分)

(1) 电子由金属圆板经电场加速进入圆筒 1，根据动能定理

$$Ue = \frac{1}{2} m v_1^2 - 0 \quad (1 \text{分})$$

$$\text{解得: } v_1 = \sqrt{\frac{2Ue}{m}} \quad (1 \text{分})$$

电子从圆板开始先做匀加速直线运动，进入圆筒 1，筒内场强为 0，电子不受外力做匀速直线运动，在圆筒 1、2 之间间隙再做匀加速直线运动，进入圆筒 2 再做匀速直线运动。(2分)

(2) 电子进入第 n 个圆筒时，经过 n 次加速，根据动能定理

$$nUe = \frac{1}{2} m v_n^2 - 0 \quad (2 \text{分})$$

$$\text{解得 } v_n = \sqrt{\frac{2nUe}{m}}$$

由于不计电子通过圆筒间隙的时间，则电子在圆筒内做匀速直线运动的时间恰好是半个周期，则：

$$L_n = v_n \frac{T}{2} \quad (2 \text{分})$$

$$\text{解得 } L_n = T \sqrt{\frac{nUe}{2m}} \quad (1 \text{分})$$

(3) 由于保持圆筒长度、交变电压的变化规律和 (2) 中相同，若考虑电子在间隙中的加速时间，则粒子进入每级圆筒的时间都要比 (2) 中对应的时间延后一些，如果延后累计时间等于 $\frac{T}{2}$ ，则电子再次进入电场时将开始减速，此时的速度就是装置能够加速的最大速度。

方法 1：由于两圆筒间隙的电场为匀强电场，间距均相同，则电子的加速度为：

$$a = \frac{F}{m} \quad F = Ee \quad E = \frac{U}{d} \quad \text{则} \quad a = \frac{Ue}{dm} \quad (1 \text{分})$$

累计延后时间为 $\frac{T}{2}$ ，则电子的加速时间为 $\frac{T}{2}$ ，所以电子的最大速度为：

$$v_m = a \frac{T}{2} \quad (1 \text{分})$$

$$\text{可得} \quad v_m = \frac{UeT}{2dm} \quad (1 \text{分})$$

方法 2：由于两圆筒间隙的电场为匀强电场，间距均为 d ，经过 N 次加速到最大速度，则：

$$Nd = \frac{1}{2} v_m \left(\frac{T}{2} \right) \quad (1 \text{分})$$

$$\text{根据动能定理} \quad N U e = \frac{1}{2} m v_m^2 - 0 \quad (1 \text{分})$$

$$\text{解得} \quad v_m = \frac{UeT}{2dm} \quad (1 \text{分})$$

