

新舟中学 2024-2025 学年度第一学期期末考试

高二物理试卷

(命题人: 赵鹏)

(审核人: 史鹤天)

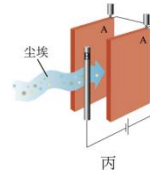
(考试时间: 75 分钟)

(试卷总分: 100 分)

一、选择题 (本题共 10 小题, 共 43 分。在每题给出的四个选项中, 第 1-7 题只有一个选项符合题目要求, 每小题 4 分; 第 8-10 题有多项符合题目要求, 每小题 5 分, 全部选对的得 5 分, 选对但不全的得 3 分, 有选错的得 0 分)

1. 下列有关静电现象的说法**错误**的是 ()

A. 如甲图所示, 在加油站给车加油前, 要触摸一下静电释放器, 是为了导走人身上的静电。



B. 乙图为野外高压输电线, 为了防止受到雷击, 应该给它按上避雷针。

C. 丙图为静电除尘器的原理图, 大量带负电的粉尘被吸附到正极 A 上, 是利用了静电吸附。

D. 如丁图所示, 在燃气灶中, 安装电子点火器, 是利用了尖端放电的原理。

2. 如图所示, a 、 b 两段圆柱形导体连接在一起, 两圆柱体的材料、长度均相同, a 的横截面积小于 b 的横截面积, a 圆柱体的电阻为 R_1 , b 圆柱体的电阻为 R_2 。在连接体两端加上恒定电压, a 圆柱体两端的电压为 U_1 , 单位时间通过导体横截面的电量为 q_1 , 导体中自由电荷定向移动的速率为 v_1 ; b 圆柱体两端的电压为 U_2 , 单位时间通过导体横截面的电量为 q_2 , 导体中自由电荷定向移动的速率为 v_2 。下列关系正确的是 ()

A. $R_1 < R_2$

B. $v_1 > v_2$

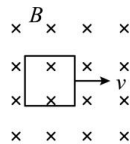
C. $q_1 > q_2$

D. $U_1 = U_2$

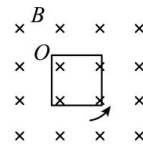


3. 空间存在一无限大匀强磁场, 一正方形闭合导线框在磁场中以不同的形式运动, 下列四种情况中, 导线框中可以产生感应电流的是 ()

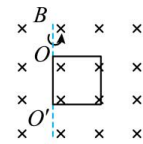
A. 图甲中, 匀强磁场垂直于纸面, 导线框在纸面内水平向右加速运动



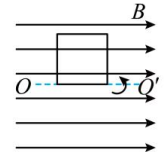
B. 图乙中, 匀强磁场垂直于纸面, 导线框在纸面内绕顶点 O 逆时针匀速转动



C. 图丙中, 匀强磁场垂直于纸面, 导线框绕轴 OO' 匀速转动



D. 图丁中, 匀强磁场水平向右, 导线框绕轴 OO' 匀速转动

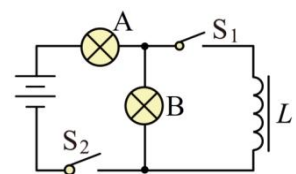


4. 如图所示, A、B 是两盏完全相同的白炽灯, L 是电阻不计的电感线圈。若最初 S_1 是接通的, S_2 是断开的, 那么下列描述中正确的是 ()

A. 刚接通 S_2 , A 灯就立即亮, B 灯延迟一段时间才亮

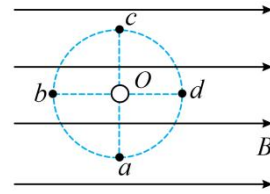
B. 刚接通 S_2 时, A 灯延迟一段时间才亮, B 灯就立即亮

C. 接通 S_2 到电路稳定, B 灯由亮变暗最后熄灭



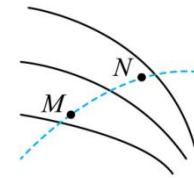
D. 接通 S_2 ，电路稳定后再断开 S_2 时，A、B灯均立即熄灭

5. 如图所示，一根通电直导线垂直纸面放在磁感应强度方向水平向右、大小为 B 的匀强磁场中，在以导线截面的中心 O 为圆心、距离 r 为半径的圆周上有 a 、 b 、 c 、 d 四个点。已知 c 点的磁感应强度方向向右，大小为 $2B$ ，则下列说法正确的是（ ）



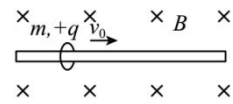
- A. a 点的磁感应强度大小也为 $2B$
- B. 直导线中的电流方向是垂直于纸面向里的
- C. b 、 d 两点的磁感应强度相同
- D. d 点的磁感应强度大小为 $\sqrt{2}B$ ，方向斜向右上方且与水平方向的夹角为 45°

6. 如图所示，实线表示某电场的电场线（方向未标出），虚线是一带负电的粒子只在静电力作用下的运动轨迹，设 M 点和 N 点的电势分别为 φ_M 、 φ_N ，粒子在 M 和 N 时加速度大小分别为 a_M 、 a_N ，速度大小分别为 v_M 、 v_N ，电势能分别为 E_{pM} 、 E_{pN} 。下列判断正确的是（ ）



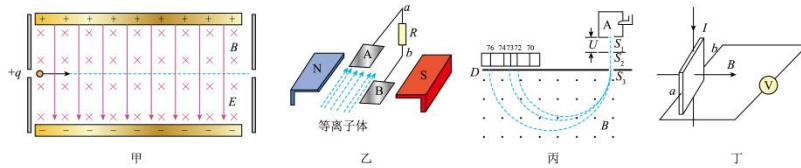
- A. $v_M < v_N$ ， $a_M > a_N$
- B. $v_M < v_N$ ， $\varphi_M < \varphi_N$
- C. $\varphi_M > \varphi_N$ ， $E_{pM} < E_{pN}$
- D. $a_M < a_N$ ， $E_{pM} < E_{pN}$

7. 如图所示是一个质量为 m ，电荷量为 $+q$ 的圆环，可在水平放置的足够长的粗糙细杆上滑动，细杆处于磁感应强度为 B 的匀强磁场中，不计空气阻力。现给圆环向右的初速度 v_0 ，在以后的运动过程中，圆环运动的速度 v 、圆环受到的洛伦兹力 $F_{洛}$ 、摩擦力 f 关于时间 t 的图像可能正确的是（ ）



- A.
- B.
- C.
- D.

8. 下列关于磁场与现代科技的相关说法正确的（ ）



- A. 甲图是一种速度选择器，当 $v > \frac{E}{B}$ 的正电荷从左侧射入，将向上偏转
- B. 乙图是一种磁流体发电机的装置，一束等离子体（含有大量正、负带电粒子）射入磁场，则通过电阻的电流从 a 流向 b
- C. 丙图是常见的质谱仪，可以把质量不同，比荷相同的带电粒子分开
- D. 丁图是金属导体制成的霍尔元件，通以如图所示的电流，则 a 面电势低于 b 面电势

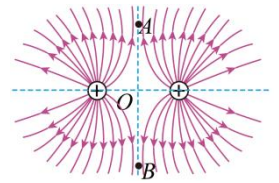
9. 在等量同种点电荷形成的电场中有对称的两点 A 、 B ，电场线分布如图所示，关于此电场，下列说法正确的是（ ）

A. A 、 B 两点场强相同

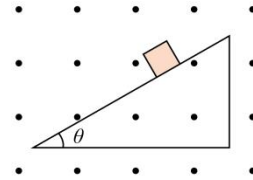
B. A 、 B 两点电势大小关系为 $\varphi_A = \varphi_B$

C. 一个电子以速度 v_0 从 A 点沿直线运动到 B 点的过程中，其加速度先增大后减小

D. 改变经过 A 点的电子的速度大小和方向，可以让电子在经过 A 、 B 两点的圆上做匀速圆周运动



10. 如图所示，在垂直于纸面向外的匀强磁场中，一质量为 m 、电荷量为 $+q$ ($q > 0$) 的带电滑块从光滑斜面的顶端由静止释放，滑至底端时恰好不受弹力，已知磁感应强度的大小为 B ，斜面的倾角为 θ ，重力加速度为 g ，下列说法正确的是 ()



A. 滑块滑至底端时的速率为 $\frac{mg \cos \theta}{qB}$

B. 滑块滑至底端时的速率为 $\frac{mg \sin \theta}{qB}$

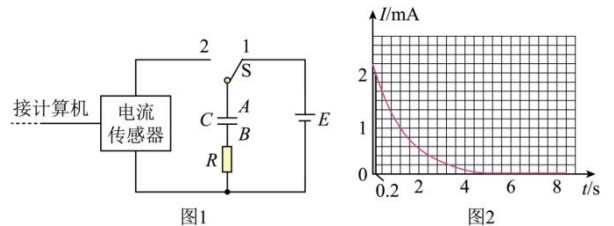
C. 滑块经过斜面中点时的速率为 $\frac{mg \cos \theta}{\sqrt{2}qB}$

D. 滑块经过斜面中点时的速率为 $\frac{mg \cos \theta}{2qB}$

二、实验题 (本题共 2 小题，共 16 分)

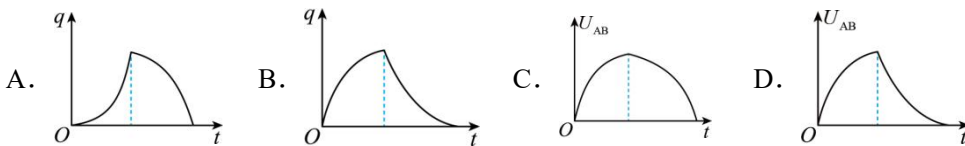
11. (6 分) 某同学在“用传感器观察电容器的充放电过程”实验中，按图 1 所示连接电路。电源电动势为 6.0 V ，内阻可以忽略。单刀双掷开关 S 先跟 2 相接，某时刻开关改接 1，一段时间后，把开关再改接 2。实验中使用了电流传感器来采集电流随时间的变化情况。

(1) 开关 S 改接 2 后，电容器进行的是_____ (选填充电或放电) 过程；此过程得到的 $I-t$ 图像如图 2 所示，图中用阴影标记的狭长矩形的面积的物理意义是_____。



(2) 若实验中测得该电容器在整个放电过程中释放的电荷量 $Q = 3.45 \times 10^{-3} \text{ C}$ ，则该电容器的电容为_____ F 。

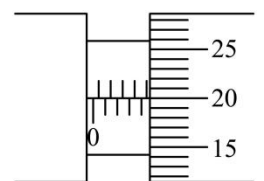
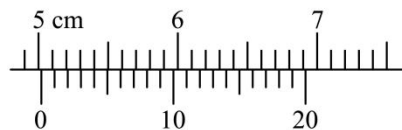
(3) 关于电容器在整个充、放电过程中的 $q-t$ 图像和 $U_{AB}-t$ 图像的大致形状，可能正确的有_____ (q 为电容器极板所带的电荷量， U_{AB} 为 A、B 两板的电势差)。



12. (10 分) 在“测定金属丝电阻率”的实验中：

(1) 用游标卡尺测量金属丝的长度如图甲所示，由图可知其长度 $l =$ _____ mm ；用螺旋测微器测得金属丝的直径如图乙所示，则 $d =$ _____ mm 。

(2) 欲用伏安法测定一段阻值约为 5Ω 的金属丝的电阻，要求测量结果尽量准确，现有以下器材：



A. 电池组 (3V，内阻 1Ω)

- B. 电流表 (0~3A, 内阻约为0.0125Ω) C. 电流表 (0~0.6A, 内阻0.5Ω)
 D. 电压表 (0~3V, 内阻约为3kΩ) E. 电压表 (0~15V, 内阻约为15kΩ)
 F. 滑动变阻器 (0~20Ω, 额定电流 1A)
 G. 滑动变阻器 (0~2000Ω, 额定电流 0.3A) H. 开关、导线



上述器材中, 电流表应选_____, 电压表应选_____, 滑动变阻器应选_____。(填写各器材的字母代号)

(3)要求待测电阻两端的电压能从零开始变化, 请按要求在下面方框中画出实验电路图_____。

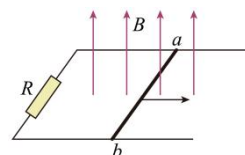
(4)该金属丝电阻率的表达式 $\rho =$ _____。(用 l, d, R 表示)

三、计算题 (本题共 3 小题, 共 41 分)

13. (10 分) 如图, 足够长水平 U 形光滑导轨固定在地面上, 电阻不计, 左端连接电阻 $R = 0.9\Omega$ 。质量 $m = 1\text{kg}$ 、宽度 $L = 1\text{m}$ 、阻值 $r = 0.1\Omega$ 的杆 ab 垂直放置在导轨上, 匀强磁场的磁感应强度 $B = 1\text{T}$, 方向竖直向上, 现给杆 ab 一个向右的水平初速度 1m/s , 杆 ab 运动的过程中始终和导轨垂直。求:

(1)杆 ab 刚开始运动时, 电阻 R 两端电压 U_R 的大小;

(2)杆 ab 从开始运动到停下来, 电阻 R 上产生的焦耳热 Q_R 。

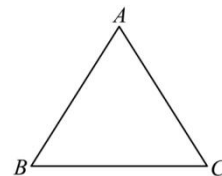


14. (13 分) 如图所示, 匀强电场平行于边长 $L = 10\text{cm}$ 的等边三角形 ABC 所在的平面, 电荷量为 $q = 1.2 \times 10^{-7}\text{C}$ 的正点电荷, 由 A 点移到 B 点电场力做功 $W_{AB} = 1.2 \times 10^{-6}\text{J}$, 由 A 点移到 C 点克服电场力做功 $1.2 \times 10^{-6}\text{J}$ 。取 A 点电势 $\varphi_A = 0\text{V}$, 求:

(1) A, B 两点电势差 U_{AB} ;

(2)该点电荷在 C 点的电势能 E_{pC} ;

(3)匀强电场的场强大小及方向。



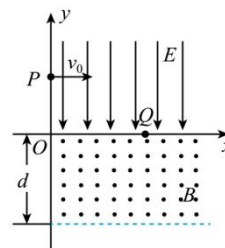
15. (18 分) 如图所示, 平面直角坐标系 xOy 中, 在第 I 象限内存在方向沿 y 轴负方向的匀强电场, 在第 IV 象限内 $y \geq -d$ 区域存在方向垂直于纸面向外的匀强磁场。一质量为 m 、电荷量为 $q (q > 0)$ 的带电粒子以初速度 v_0 从 y 轴上 $P(0, h)$ 点沿 x 轴正方向开始运动, 经过电场后从 x 轴上的点 $Q\left(\frac{2\sqrt{3}}{3}h, 0\right)$ 进入磁场, 粒子恰好不能从磁场的

下边界离开磁场。不计粒子重力。求:

(1)粒子在 Q 点位置的速度 v_Q 和速度方向与 x 轴正方向夹角 θ ;

(2)匀强磁场磁感应强度大小 B ;

(3)粒子从 P 点开始运动至第一次到达磁场下边界所需要的时间。



参考答案:

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	B	B	C	C	B	B	B	AD	BD	AC

1. B

【详解】A. 在加油站给车加油前，要触摸一下静电释放器，是为了导走人身上的静电，A 正确，不符合题意；

B. 由于高压输电线本身就已具有防雷措施，不需要再安装避雷针，B 错误，符合题意；

C. 静电除尘是利用异种电荷相互吸引的原理，C 正确，不符合题意；

D. 燃气灶的点火装置利用尖端放电的原理，D 正确，不符合题意。

故选 B。

2. B

【详解】A. 由电阻定律 $R = \rho \frac{L}{S}$ 可知， $R_1 > R_2$ ，故 A 错误；

B. 由 $I = nqvS$ ，因两导体中电流相等，故横截面积大的，自由电荷定向移动的速率小，故 B 正确；

C. 因两导体中电流相等，因此单位时间内通过导体截面的电量相等，故 C 错误；

D. 两导体中电流相等， $R_1 > R_2$ ，由 $U = IR$ 可知， $U_1 > U_2$ ，故 D 错误。

故选 B。

3. C

【详解】ABD. 线框运动过程中，磁通量未发生变化，则不会产生感应电流，故 ABD 错误；

C. 线框转动过程中，磁通量发生改变，会产生感应电流，故 C 正确。

故选 C。

4. C

【详解】ABC. 刚接通 S_2 时，由于电感线圈 L 会发生通电自感现象，使通过线圈的电流由零逐渐增大，所以灯泡 A、B 会同时变亮；从接通 S_2 到电路稳定，由于线圈的电阻不计，B 灯相当于与一段导线并联，则 B 灯被短路，B 灯由亮变暗最后熄灭，电源只给 A 灯供电，A 灯将变得更亮，故 AB 错误，C 正确；

D. 接通 S_2 ，电路稳定后再断开 S_2 时，A 灯与电路断开将立即熄灭，而 B 灯与电感线圈构

成闭合电路，由于线圈的自感现象，B 灯会先亮一下，然后熄灭，故 D 错误。

故选 C。

5. B

【详解】AB. 根据题意，c 点处磁感应强度为 $2B$ ，说明通电导线在 c 点产生的磁场水平向右，与匀强磁场的磁感应强度大小相等、方向相同，故通电直导线中的电流方向为垂直于纸面向里，a 点的磁感应强度为 0，故 A 错误，B 正确；

CD. b、d 两点的磁感应强度大小均为 $\sqrt{2}B$ 、方向不同，b 点的磁感应强度方向斜向右上方，与 B 的夹角为 45° ，d 点的磁感应强度方向斜向右下方，与水平方向的夹角为 45° ，故 CD 错误。

故选 B。

6. B

【详解】由粒子的运动轨迹知粒子所受静电力的方向向右下偏，因粒子带负电，故电场线方向向左上，由沿电场线方向电势降低，可知

$$\varphi_M < \varphi_N$$

根据

$$E_p = q\varphi$$

又

$$q < 0$$

可得

$$E_{pM} > E_{pN}$$

依题意，带电粒子仅受电场力作用，其电势能与动能之和保持不变，可知

$$E_{kM} < E_{kN}$$

可得

$v_M < v_N$ N 点附近电场线比 M 点密，故电场强度

$$E_M < E_N$$

根据

$$a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m}$$

可知

$$a_M < a_N$$

故选 B。

7. B

【详解】A. 给圆环向右的初速度 v_0 ，根据左手定则可知，洛伦兹力方向竖直向上，若此时的洛伦兹力大小恰好等于重力，则圆环所受外力的合力为 0，圆环将向右做匀速直线运动， $v-t$ 图像为平行于时间轴的直线；若此时的洛伦兹力小于重力，则杆对圆环的弹力方向竖直向上，圆环还受到水平向左的滑动摩擦力作用，圆环开始做减速运动，速度减小，洛伦兹力减小，弹力增大，滑动摩擦力增大，加速度也增大，即圆环先做加速度增大的变减速运动，直至速度减为 0，该过程 $v-t$ 图像斜率的绝对值逐渐增大，故 A 错误；

B. 结合上述，若开始时的洛伦兹力大于重力，则杆对圆环的弹力方向竖直向下，圆环还受到水平向左的滑动摩擦力作用，圆环开始做减速运动，速度减小，洛伦兹力减小，弹力减小，滑动摩擦力减小，加速度也减小，当洛伦兹力减小到大小与重力相等时，弹力为 0，摩擦力也变为 0，圆环所受合力为 0，加速度也减为 0，即圆环先做加速度减小的变减速运动，最后做匀速直线运动，故 B 正确；

C. 由于

$$F_{\text{洛}} = qvB$$

即洛伦兹力大小与圆环速度大小成正比，则 $F_{\text{洛}}-t$ 图像与 $v-t$ 图像的形状相同，结合上述可知，题中给出的图像不符合要求，故 C 错误；

D. 结合上述可知，圆环所受滑动摩擦力可能为 0，可能为一个变化的值，不可能为一个不为 0 的定值，故 D 错误。

故选 B。

8. AD

【详解】A. 当电荷从左侧射入的速度满足

$$Bqv = Eq$$

即

$$v = \frac{E}{B}$$

恰好沿直线穿过速度选择器，当速度 $v > \frac{E}{B}$ 时，所受的洛伦兹力大于电场力，正电荷将向上

偏转，A 正确；

B. 一束等离子体射入磁场，根据左手定则，正电荷偏向 B 极板，负电荷偏向 A 极板，通过电阻电流的从 b 流向 a ，B 错误；

C. 粒子经过加速电场，进入磁场，根据

$$Uq = \frac{1}{2}mv^2, \quad qvB = \frac{mv^2}{R}$$

可得粒子在磁场中的轨道半径

$$R = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2Um}{q}}$$

质量不同，比荷相同的带电粒子，打到同一个位置，不会被分开，C 错误；

D. 由于金属导体导电的是电子，电子运动方向与电流的方向相反，根据左手定则可知，电子向 a 面偏转，因此 a 面电势低于 b 面电势，D 正确。

故选 AD。

9. BD

【详解】AB. 根据电场线的特点，可知 A 点和 B 点的电场强度大小相等，方向相反，又因为沿电场线的方向电势降低，所以 A 点和 B 点的电势相等，故 A 错误，B 正确；

C. 从 A 点沿直线运动到 B 点的过程中，电场线先变稀疏后变密集，所以电场强度先减小后变大，故一个电子以速度 v_0 从 A 点和 B 点的过程中，加速度先变小后增大，故 C 错误；

D. 根据等量同种电荷的电场线的特点，可知改变经过 A 点的电子的速度大小和方向，可以让电子在经过 A 、 B 两点，以 O 点为圆心的圆上做匀速圆周运动，故 D 正确。

故选 BD。

10. AC

【详解】AB. 由题意可知，带电滑块从光滑斜面的顶端由静止释放，滑至底端时恰好不受弹力，可知此时滑块受到的洛伦兹力与重力沿垂直斜面的分力平衡，可得

$$mg \cos \theta = qvB$$

则

$$v = \frac{mg \cos \theta}{qB}$$

A 正确，B 错误；

CD. 由题意可知，带电滑块在斜面做初速度是零的匀加速直线运动，由位移中点的速度公

式 $v_{\frac{x}{2}} = \sqrt{\frac{v_0^2 + v^2}{2}}$ 可知，滑块经过斜面中点时的速率为

$$v_{\frac{x}{2}} = \sqrt{\frac{\left(\frac{mg \cos \theta}{qB}\right)^2}{2}} = \frac{mg \cos \theta}{\sqrt{2}qB}$$

C 正确，D 错误。

故选 AC。

11. (1) 放电 0.2 s 内电容器放出的电荷量

(2) 5.75×10^{-4}

(3) BD

【详解】(1) [1][2] 开关接 2 时，电容器与电阻和电流传感器相连，电容器放电。在 $I-t$ 图像中，阴影部分表示的物理意义是

$$q = It$$

所以阴影标记的狭长矩形的面积是 0.2s 内电容器放出的电荷量。

(2) 根据

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{Q}{E}$$

解得

$$C = 5.75 \times 10^{-4} \text{ F}$$

(3) AB. 电源给电容器充电时，刚开始电荷量的变化率较大，后来变化率减小，放电时，电荷量变化率刚开始比较大，后来变化率减小。故 A 错误；B 正确；

CD. 根据

$$C = \frac{Q}{U}$$

且 C 不变可知， Q 与 U 的变化情况相同。故 C 错误；D 正确。

故选 BD。

12. (1) 50.20 4.700

(2) C D F

(3) 见解析

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

【详解】(1) [1] 20 分度游标卡尺的精确值为 0.05mm，由图可知金属丝的长度为

$$l = 5\text{cm} + 0.05 \times 4\text{mm} = 50.20\text{mm}$$

[2] 螺旋测微器的精确值为 0.01mm，由图可知金属丝的直径为

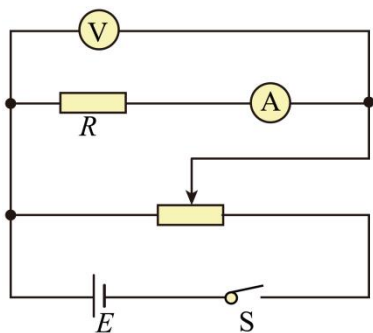
$$d = 4.5\text{mm} + 20.0 \times 0.01\text{mm} = 4.700\text{mm}$$

(2) [1][2][3]电源电动势为 3V，则电压表需要选择 D；电路最大电流约为

$$I = \frac{E}{R+r} = \frac{3}{5+1}\text{A} = 0.5\text{A}$$

故电流表应选择 C。为方便实验操作，使电表示数变化明显，滑动变阻器应选择阻值较小的 F。

(3) 要求待测电阻两端的电压能从零开始变化，则滑动变阻器采用分压接法；由于所选电流表内阻已知，故选择电流表内接法；则实验电路图如图所示



(4) 根据电阻定律可得

$$R = \rho \frac{l}{S} = \rho \frac{l}{\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

可得该金属丝电阻率的表达式为

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

13. (1) 0.9V

(2) 0.45J

【详解】(1) 杆 ab 向右运动切割磁感线，此时杆 ab 产生的电动势为

$$E = BLv = 1\text{V}$$

回路感应电流为

$$I = \frac{E}{R+r} = 1\text{A}$$

此时 R 两端的电压为

$$U_R = IR = 0.9\text{V}$$

(2) 整个过程，根据能量守恒

$$Q_{\text{总}} = \frac{1}{2}mv^2$$

再根据

$$Q = I^2 Rt$$

$$Q_R = \frac{R}{R+r} Q_{\text{总}}$$

解得

$$Q_R = 0.45\text{J}$$

14. (1)10V

(2) $1.2 \times 10^{-6}\text{J}$

(3)200V/m, 场强方向由 C 指向 B

【详解】(1) 根据电场力做功公式

$$W_{AB} = qU_{AB}$$

有

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q} = 10\text{V}$$

(2) 根据电场力做功公式

$$W_{AC} = E_{pA} - E_{pC}$$

有

$$E_{pC} = E_{pA} - W_{AC} = 1.2 \times 10^{-6}\text{J}$$

(3) 由

$$U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B$$

有

$$\varphi_B = \varphi_A - U_{AB} = -10\text{V}$$

由

$$E_{pC} = q\varphi_C$$

有

$$\varphi_C = \frac{E_{pC}}{q} = 10\text{V}$$

设 BC 的中点为 D, 则

$$\varphi_D = \frac{\varphi_B + \varphi_C}{2} = 0\text{V}$$

发现

$$\varphi_A = \varphi_D = 0\text{V}$$

可知 AD 连线是一条等势线，根据

$$U = Ed$$

有

$$E = \frac{U_{CB}}{L} = 200\text{V/m}$$

场强方向由 C 指向 B

15. (1) $2v_0$, 60°

$$(2) \frac{3mv_0}{qd}$$

$$(3) \frac{2\sqrt{3}h}{3v_0} + \frac{2\pi d}{9v_0}$$

【详解】(1) 设粒子从 P 到 Q 的过程中，加速度大小为 a ，运动时间为 t ，在 Q 点进入磁场时速度大小为 v_Q ，方向与 x 轴正方向间的夹角为 θ ， v_Q 沿 y 轴方向的大小为 v_y ，则水平方向上

$$\frac{2\sqrt{3}}{3}h = v_0 t$$

竖直方向上

$$h = \frac{1}{2}at^2$$

$$v_y = at$$

解得

$v_y = \sqrt{3}v_0$ Q 点的合速度

$$v_Q = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = 2v_0$$

$$\tan\theta = \frac{v_y}{v_0}$$

解得

$$\theta = 60^\circ$$

(2) 设粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动的半径为 R ，据洛伦兹力提供向心力

$$qv_0B = m \frac{v_0^2}{R}$$

解得

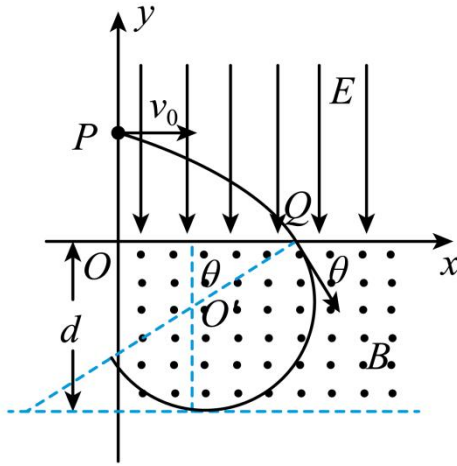
$$R = \frac{mv_0}{qB}$$

粒子运动轨迹如图所示，根据几何关系得

$$d = R + R \cos 60^\circ$$

解得

$$B = \frac{3mv_0}{qd}$$



(3) 根据几何关系，粒子从进入磁场到到达下边界在磁场中转过的圆心角为

$$\alpha = 120^\circ$$

在磁场中运动的周期

$$T = \frac{2\pi m}{qB} = \frac{2\pi d}{3v_0}$$

在磁场中运动的时间

$$t' = \frac{\alpha}{360^\circ} T = \frac{2\pi d}{9v_0}$$

粒子运动总的时间

$$t_{\text{总}} = t + t' = \frac{2\sqrt{3}h}{3v_0} + \frac{2\pi d}{9v_0}$$