

太原市 2018-2019 学年第一学期高二阶段性测评

物理试卷分析（理科）

考试时间：上午 10:30-12:00

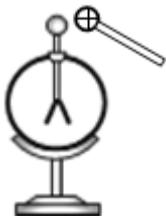
一、单选选择题：本题包含 10 小题，每小题 3 分，共 30 分。请将正确选项填在相应括号内。

1. 下列说法正确的是()
- A. 库仑通过油滴实验测出了元电荷 e 的数值
 - B. 卡文迪许用库仑扭秤测得了静电力常量
 - C. 法拉第首先提出场的观点并引入了电场线
 - D. 吉尔伯特发现电荷有两种，正电荷和负电荷

解析：密歇根通过油滴实验测出元电荷 e 的数值；库仑发明了库仑扭秤，但是静电力常量是哪一位科学家测定的，无法得知，只能说由实验室测得，期中参与的科学家有很多；C 正确；富兰克林定义了正负电荷。

答案：C

2. 如图所示，带电小球 A 靠近不带电的验电器时，验电器的金箔张开一定的角度，且金箔带有正电荷，则



- A. 小球 A 带负电荷
- B. 验电器的金属球带有负电荷
- C. 验电器的金属球带正电荷
- D. 验电器的金属球不带电

考点：质点

解析：将带电的小球 A 靠近不带电的 B，会发生静电感应，近异远同，也就是说，A 和金箔的带电是一样的，带正点，B 带负电。

答案：B

3. 真空中，两个相同的金属小球 A 和 B（均可视为点电荷）分别带有电荷 $+q$ 、 $-5q$ ，当它们相距为 r 时，相互作用的库仑力大小为 F ，则()

- A. 将 A、B 间距离变为 $2r$ ，A、B 间库仑力的大小变为 $\frac{1}{2} F$
- B. 将 A、B 接触后再分开，间距增大为 $2r$ ，A、B 间库仑力的大小变为 $\frac{1}{16} F$
- C. 将 A、B 接触后再分开，间距增大为 $2r$ ，A、B 间库仑力的大小变为 $\frac{1}{5} F$
- D. 将 A、B 接触后再分开，间距不变，A、B 间库仑力的大小变为 $\frac{2}{5} F$

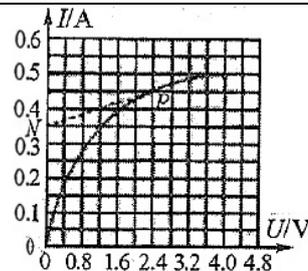
解析：由题意可知， $F = k \frac{5q^2}{r^2}$ ，将 r 变成 $2r$ 时， $F' = k \frac{5q^2}{(2r)^2} = k \frac{5q^2}{4r^2} = \frac{1}{4}F$ ，将 AB 接触，则 AB 之后各带电 $-2q$ ，

间距不变，则 $F'' = k \frac{4q^2}{r^2} = \frac{4}{5}F$ ，若间距也变成 $2r$ ，则 $F''' = k \frac{4q^2}{(2r)^2} = \frac{1}{5}F$ 。

答案：C

4. 如图是标有“4V、2W”的小灯泡的伏安特性曲线，其中虚线 PN 表示该曲线在 P 点（2.4V，0.45A）的切线，根据图象可知（ ）

- A. 在 P 点的电压下灯泡的电阻为 $\frac{16}{3}\Omega$
- B. 在 P 点的电压下灯泡的电阻为 24Ω
- C. 不加电压时灯泡的电阻为零
- D. 灯泡的电阻随电压的升高而减小



解析：由图可知，图像为 I-U 曲线，在图线中，斜率不是 $\frac{1}{R}$ ，要求具体某点所体现的电阻，要用该点所对应的电

压除以电流，P(2.4V, 0.45A) 则 $R = \frac{2.4}{0.45} = \frac{16}{3}$ ，电阻是特定自己的属性，不随电压的影响。

答案：A

5. 把一内阻为 200Ω 、满偏电流为 1mA 的安表进行改装，下列做法正确的是（ ）

- A. 并联一个 0.0679Ω 的电阻，可改装成 5V 的电压表
- B. 串联一个 4800Ω 的电阻，可改装成 5V 的电压表
- C. 并联一个 4800Ω 的电阻，可改装成 3A 的电液表
- D. 串联一个 0.067Ω 的电阻，可改装成 3A 的电流表

解析：要改 3A 电流表，需要并联分流电阻，分流 2999mA ，并联电压 0.2V ，则需要并联的电阻为

$R = \frac{0.2}{2.999} = 0.067\Omega$ ；要改成 5V 的电压表，需要串联分压电阻，分压电阻需要分的压

$U' = 5 - 200 \times 0.001 = 4.8\text{V}$ ，分压电阻 $R = \frac{U'}{I} = \frac{4.8\text{V}}{0.001\text{A}} = 4800\Omega$ 。

答案：B

6. 一段粗细均匀的铝合金丝，直径为 d ，电阻为 R 。若将其拉制成直径为 $\frac{d}{4}$ 的均匀细丝，此这段合金丝的总电阻为

()

- A. $4R$
- B. $16R$
- C. $64R$
- D. $256R$

解析：设电阻的长度为 L ， $R = \rho \frac{L}{S} = \rho \frac{4L}{\rho d^2}$ ，总的体积不变， $\frac{\rho d^2}{4} L = V = \frac{\rho d^2}{64} Lc$ ， $Lc = 16L$ ，

$$R = \rho \frac{Lc}{S} = \rho \frac{16L}{\frac{\rho d^2}{64}} = \rho \frac{1024L}{\rho d^2} = 256R$$

答案：D

7. 如图，a、b、c、d 是匀强电场中的一个矩形的四个顶点，电场线与矩形在平面平行。已知 a 点的电势为 28V，b 点的电势为 32V，d 点的电势为 8V，由此可知()

- A. 电场强度的方向由 b 指向
- B. c 点的电势为 8V
- C. c 点的电势为 12V
- D. c 点的电势为 16V

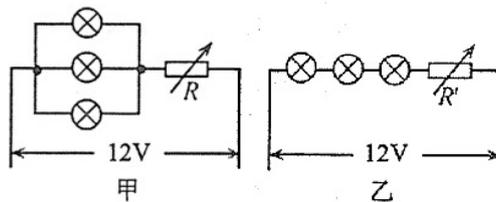


解析：已知 a 是 28V，b 是 32V，d 是 8V，连接 bd，则，bd 连线上必然有一点和 a 等势，32V 和 8V 的电势差是 24V，ab 的电势差是 4V，ad 的电势差是 20V，则 $ab:ad=1:5$ ，共 6 份，每份为 $24/6=4V$ ，则 c 的电势为 $8+4=12V$ ；bd 连线确实是降势方向，但是场强方向需要和等势线垂直，即 bd 不是场强方向。

答案：C

8. 把六个规格相同的小灯泡接成如图甲、乙所示的电路，变阻器使灯泡均正常发光，甲、乙两电路所消的功分别用 $P_{甲}$ 和 $P_{乙}$ 表示，则()

- A. $P_{甲} = 3P_{乙}$
- B. $P_{乙} = 3P_{甲}$
- C. $P_{乙} > 3P_{甲}$
- D. $P_{甲} = P_{乙}$

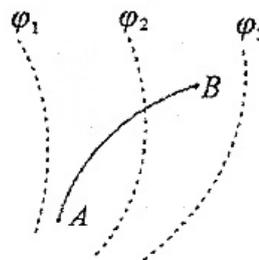


解析：甲图是灯并联，乙图是灯串联，甲乙两端的电势差都是 $U=12V$ ，若要求灯均正常发光，则要求流过每个灯的电流是相同的，即甲的总电流大于乙的总电流并且是乙的电流的三倍。 $I_{甲}=3I_{乙}$ ，又因 $P=IU$ ，即， $P_{甲}=3P_{乙}$

答案：A

9. 如图所示，三条虚线表示某电场的三个等势面，其中 $\varphi_1=10V$ ， $\varphi_2=20V$ ， $\varphi_3=30V$ ；一个带电粒子只受静电力作用，按图中实轨迹从 A 点运动到 B 点，由此可知()

- A. 粒子带正电
- B. 粒子的速度变大
- C. 粒子的加速度变大
- D. 粒子的电势能变大

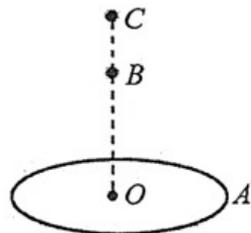


解析：由图中的等势线，根据电场线和等势线垂直的这一特性，画出来电场中的电场线。由电势的高低我们可以判断电场线的方向，因为沿着电场线的方向，电势是降低的。根据运动轨迹，先判断出来速度方向，再根据曲线运动的特征，判断出来受力方向和场强方向相反，且与速度方向夹角为锐角。说明，合外力（电场力）做正功，粒子的速度增大，电势能减小。由画出的电场线，可以看出，B 处的电场线比较稀疏，A 的比较密集，则 B 处的加速的比 A 的要小。

答案：B

10. 如图所示，水平固定的小圆盘 A 均匀带电，电荷量为 +Q、电势为零。从靠近盘心 O 处由静止释放一质量为 m、带电荷量为 +q 的小球，小球竖直上升可到达的最大高度为 h（C 点），小球过 B 点时速度最大。已知重力加速度为 g，由此可知（ ）

- A. 从 O 到 C，小球先匀加速后匀减速
- B. B 点的电势为 $-\frac{mgh}{q}$
- C. B 点的电势高于 O 点的电势，B 点的电场强度大于 C 点的电场强度
- D. B 点的电场强度大小等于 $\frac{mg}{q}$



解析：小球受到重力和电场力，而电场力是变力，所以从 O 到 C 的加速度是变化的，不是均匀变化。通过在 B 处的速度最大，可以得知，小球在 B 处的合外力为零， $mg = Eq$ ， $E = \frac{mg}{q}$ 。再由动能定理： $U_{oc}q - mgh = 0$ ，o

点电势为零，可以求出了 C 的电势为 $-\frac{mgh}{q}$ 。

答案：D

二、多项选择题：本题包含 5 小题，每小题 3 分，共 15 分。在所给的选项中最少有两个选项正确。全部选对的得 3 分，选不全的得 2 分，选错的不得分。

11. 电动势、内阻和容量是反映电源性能的重要参数。如图是 1.2V 镍镉充电电池与 11.1V 扫地机电池。可判断充满电后（ ）

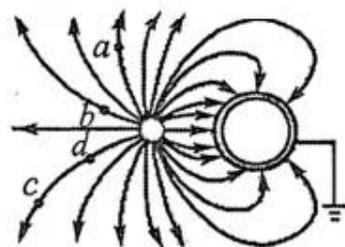
- A. 扫地机电池储存的电能比镍镉电池的小
- B. 扫地机电池储存的电量比镍镉电池的大
- C. 移动 1C 的正电荷从负极到正极非静电力做的功，扫地机电池比镍镉电池多
- D. 电池的电动势取决于电池的材料及结构，与电池的大小无关



答案：BCD

12. 如图，带箭头的实线为电场中的电场线，a、b、c、d 为电场中的四点，取大地、无穷远处电势为零，则（ ）

- A. c 点的场强小于 b 点的场强，负电荷从 c 点移到 d 点电场力做正功
- B. a 点的电势低于 b 点的电势，正电荷从 a 点移动到 b 点电场力做负功
- C. 正电荷在 a 点的电势能为负值
- D. $\varphi_c < \varphi_b < 0$



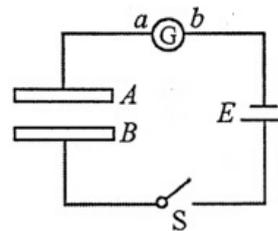
解析：电场线疏密表示场强大小，沿着电场线方向电势降低，负电荷所受电场力与电场强度相反

答案：AB

13. 如图所示，一对平行金属板 AB 与恒定的电源、灵敏电流计、开关 S 构成闭合电路。闭合 S ()

后，下列操作产生的现象是

- A. 将 A 板上移的过程中，电流计中的电流由 b 流向 a
- B. 将 A 板上移的过程中，电流计中的电流由 a 流向 b
- C. 在 AB 极板间插入泡沫板的过程中，电流计中的电流由 a 流向 b
- D. 将 A 板向右平移的过程中，电流计中的电流由 a 流向 b

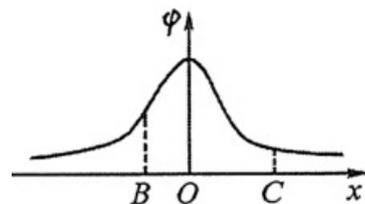


解析：（根据 $C = \frac{ES}{4\pi kd}$ ：A 板上移，电容减小，根据 $Q = C \cdot U$ ，电容器放电，插入泡沫板，介电常数增大，A 板右移正对面积减小，则 AC 正确）

答案：AC

14. 一静电场的电势沿 x 轴的分布如图所示，图线关于 y 轴对称，B、C 为 x 轴上的两点，电场强度在 x 方向上的分量分别是 E_{Bx} 、 E_{Cx} 。下列说法中正确的有 ()

- A. E_{Bx} 大于 E_{Cx}
- B. E_{Cx} 的方向沿 x 轴负方向
- C. O、B、C 三点中，电场强度沿 x 方向的分量 O 点的最大
- D. 将正电荷沿 x 轴从 C 移到 B 的过程中，电场力先做负功后做正功，总功为负值

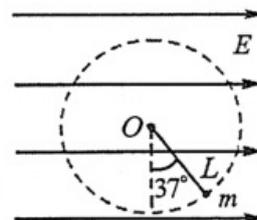


解析：图像为等量同种正电荷中垂线上的电势分布图，图像斜率大小即为场强大小， $U_{CB} = \phi_C - \phi_B$ ； $U_{CB} \cdot q = W_{CB} < 0$ ，故 D 选项正确。

答案：AD

15. 如图，竖直平面内有水平向右、场强大小为 $1 \times 10^4 \text{ N/C}$ 的匀强电场。在匀强电场中有一根长为 2m 的绝缘细线，一端固定在 O 点，另一端系一质量为 0.04kg 的带电小球，静止时悬线与竖直方向成 37° 角。若小球恰能绕 O 点在竖直平面内做圆周运动，则 () (取 $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$)

- A. 小球的电荷量为 $+\frac{16}{3} \times 10^{-5} \text{ C}$
- B. 小球的电荷量为 $+3 \times 10^{-5} \text{ C}$
- C. 运动过程中小球的最小速率为 5m/s
- D. 运动到最低点时，小球的速率最大且为 $5\sqrt{5} \text{ m/s}$



解析：静止状态下受力分析，根据三角形可计算出电荷量

答案：BC

三、实验题：本题包含 2 小题，共 14 分。请将答案填写在题中横线上或按要求作答。

16. (6 分) 某同学从家中找到一只小灯泡，观察其额定电压为 2.5V 但额定功率已模糊不清。为测定其额定功率，先用欧姆表粗测其电阻约为 29，然后利用公式计算出功率为 3.125W。为准确测量其额定功率，他设计了图 1 的电路，通过绘制小灯泡的 U-I 图线进而确定其额定功率。

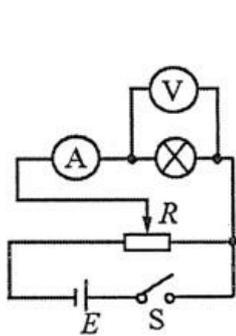


图 1

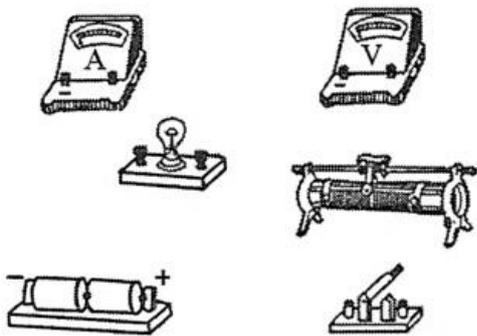


图 2

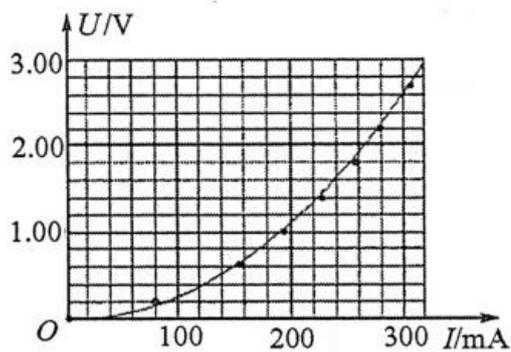


图 3

- (1) 在图 2 中用笔划线代替导线，将实物图连接成实验电路；
 2) 该同学描绘出小灯泡的 U—I 图线如图 3 所示。由图可得该灯泡的额定功率 _____ W (保留三位有效数字)。这一结果远小于 3.125W，其原因是 _____

解析：

(1) 图略

(2) 0.710~0.748 均可，灯泡的冷态电阻小于正常工作时的电阻

17. (8 分) 为测量一种制做电阻的陶瓷材料的电阻率，小组找到一段该材料制成的圆柱体，测得该圆柱体的长为 L，



图 1

然后进行了以下实验。完成下列填空：

- (1) 用千分尺测量圆柱体的直径，如图 1 所示，则直径 $d = \underline{\hspace{2cm}}$ mm
 (2) 粗测圆柱体的阻值 R 约 50 为准确测量其阻值，实验室备有以下器材图 1

可供选择：

电压表 V_1 ，量程 1V，内阻 1k	电压表 V_2 ，量程 3V，内阻约 2k Ω
电流表 A，量程 0.6A，内阻 0.01 Ω	定值电阻 R_0 ，阻值 25.6 Ω
滑动变阻器 R，阻值范围 0~1000	电源 E，电动势 3V，内阻不计

选用器材将图 2 中虚线方框内的电路补充完整 (要求能够多次测量、尽量精确)。

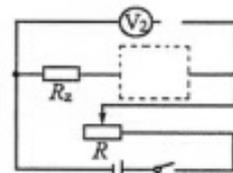


图 2

- (3) 实验中发现，当电压表 V_2 的示数为 2.60V 时，通过 R_x 的电流为 34.3mA，则 $R_x = \underline{\hspace{2cm}}$ (保留三位有效数字)
 (4) 则计算该陶瓷材料电阻率的表达式为 $\rho = \underline{\hspace{2cm}}$ (用符号 L、d、R。表示)

解析：

(1) 4.906~4.910

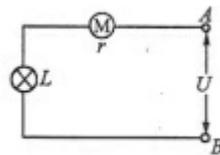
(2) 将 R_0 与 V_1 并联接入电路

(3) 50.4~50.8

(4) $\frac{\pi R_x d^2}{4L}$

四、计算题本题包含 4 小题共 41 分，解答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，有效数值计算的题，答案中必须写明确写出数值和单位。

18. (8 分) 如图，线圈内阻 $r=2$ 的直流电动机与“5V, 10W”的小灯泡串联在一起。若电路两



端电压 $U=25V$ 时，小灯泡恰能正常发光且电动机能运转，求

- (1) 电动机两端的电压及通过电动机的电流
- (2) 电动机输出的机械功率。

解析：

$$(1) \text{ 电动机两端电压: } U_M = U - U_L = 25V - 5V = 20V$$

$$\text{通过电动机的电流, 即流经灯泡 L 的电流, } I = \frac{P}{U} = \frac{10W}{5V} = 2A$$

$$(2) \text{ 电动机消耗的总功率: } P_M = UI = 20V \cdot 2A = 40W$$

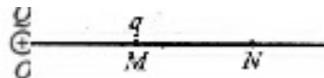
$$\text{电动机的热功率 } P_{M\text{热}} = I^2 r = 8W$$

$$\text{电动机的机械效率 } P_{\text{出}} = P_M - P_{M\text{热}} = 32W$$

19. (9 分) 在真空中的 O 点放一正点电荷 $Q=1.0 \times 10^{-7}C$ ，直线 MN 过点 O， $OM=0.30m$ ，如图所示，已知静电力常量 $k=9.0 \times 10^9 N \cdot m^3/C^2$ ，求：

(1) M 点的电场强度大小；

(2) 若 M 点的电势比 N 点的电势高 15V，则将 $q=-2 \times 10^{-10}C$ 试探电荷，从 M 点移到 N 点，电场力做的功是多少？电势能变化了多少？



解析：

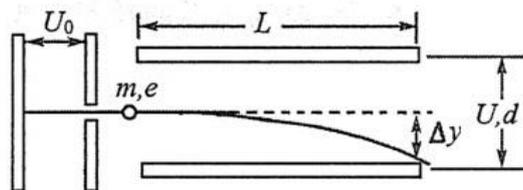
$$(1) \text{ M 点电场强度的大小: } E = \frac{kQ}{r^2} = \frac{9.0 \times 10^9 \times 1.0 \times 10^{-7}}{0.3^2} = 10^4 N/C$$

$$(2) \text{ 电场力做功 } W_{MN} = qU_{MN} = -2 \times 10^{-10} C \times 15V = -3 \times 10^{-9} J$$

$$\text{电势能增加了 } 3 \times 10^{-9} J$$

20. (12 分) 选做题：本题包含 A、B 两题，请任选一题做答。如两题都做，按 A 题计分。

A. 如图，电子由静止经加速电场加速后，沿平行于极板的方向向右射入偏转电场，并从右侧射出。已知电子的质量为 m 、电量为 $-e$ ，加速电场的电压为 U_0 。偏转电场可看做匀强电场，极板间电压为 U 、极板长度为 L 、板间距为 d 。忽略电子所受的重力，求：



(1) 电子射入偏转电场时的初速度 v_0 ；

(2) 电子从偏转电场射出时沿垂直板面方向偏转约距离 Δy ；

解析:

(1) 加速过程动能定理有: $U_0 \cdot e = \frac{1}{2}mv_0^2$, 得 $v_0 = \sqrt{\frac{2U_0e}{m}}$

(2) 根据:

$$F = Eq \text{-----} \textcircled{1}$$

$$F = ma \text{-----} \textcircled{2}$$

$$E = \frac{U}{d} \text{-----} \textcircled{3}$$

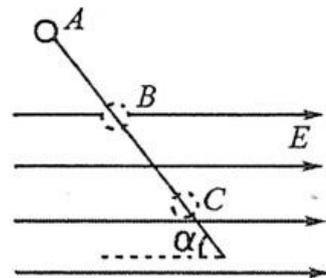
$$L = v_0 \cdot t \text{-----} \textcircled{4}$$

$$y_0 = \frac{1}{2}at^2 \text{-----} \textcircled{5}$$

联立①②③④⑤可得: $y_0 = \frac{UL^2}{4U_0d}$

B.如图,一绝缘细杆与水平面成 $\alpha=53^\circ$ 角倾斜固定。细杆 B 点上方光滑、B 点下方粗糙,且 B 点下方处于水平向右的匀强电场中,电场度 $E=2 \times 10^4 \text{N/C}$ 。现在杆上套一电荷量 $q=2 \times 10^{-5} \text{C}$ 、质量 $m=3 \times 10^{-2} \text{kg}$ 的带负电的小球,使小球从细杆顶端 A 由静止下,小球经过 B 点在电场中最远可达 C 点。已知 $x_{ab}=1 \text{m}$,小球与细杆粗糙部分的动摩擦因数 $\mu=0.3$,取 $g=10 \text{m/s}^2$, $\sin 53^\circ = 0.8$,求:

- (1) 小球通过 B 点时的速率 v_B ;
- (2) 小球进入电场后滑行的最大距离 x_{bc}
- (3) 小球从 A 点滑至 C 点的时间。



解析:

(1) 从 A 到 B 小球只有重力做功, $mgx \sin 53^\circ = \frac{1}{2}mv^2$, $v=4 \text{m/s}$

(2) 到达 B 点之后,开始受摩擦力,有重力,电场力,摩擦力做功;由动能定理:

$$mgx \sin 53^\circ - Eqx \cos 53^\circ - m \left(mg \cos 53^\circ + Eq \sin 53^\circ \right) x = 0 - \frac{1}{2}mv^2$$

得 $x=1.6 \text{m}$

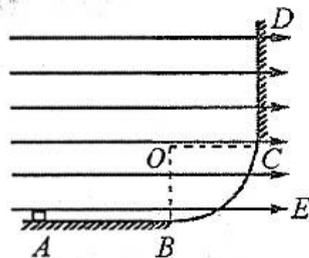
(3) $t_1 = \frac{v_b - 0}{a_1} = \frac{v_b - 0}{g \sin 53^\circ} = 0.5 \text{s}$

$$t_2 = \frac{0 - v_b}{a_2} = \frac{0 - v_b}{g \sin 53^\circ - \frac{Eq \cos 53^\circ}{m} - m \left(g \cos 53^\circ + \frac{Eq \sin 53^\circ}{m} \right)} = 0.8 \text{s}$$

$T = t_1 + t_2 = 0.5 + 0.8 = 1.3 \text{s}$

21. (12分) 选做题: 本题包含 A、B 两题, 请任选一题做答。如两题都做, 按 A 题计分。

A. 如图, AB、CD 分别是同一竖直面内足够长的水平、竖直绝缘粗糙轨道, BC 是圆心为 O、半径 $R=0.5\text{m}$ 的四分之一绝缘光滑圆弧轨道, OB 竖直, 整个轨道处在水平向右的匀强电场中, 电场强度 $E=1.0\times 10^4\text{N/C}$ 。质量 $m=0.20\text{kg}$ 、电荷量 $q=+8.0\times 10^{-4}\text{C}$ 的滑块 (可视为质点), 与轨道 AB、CD 间的动摩擦因数均为 $\mu=0.5$, 且滑块与轨道间的最大静摩擦力和滑动摩擦力相等。将滑块从 $S_{AB}=1.0\text{m}$ 的 A 点由静止释放,



求: ($g=10\text{m/s}^2$)

- (1) 滑块到达 C 点时的速度
- (2) 滑块通过的总路程;
- (3) 整个运动过程中由于摩擦而产生的热量。

解析:

(1) 由 A 到 C, 根据动能定理:

$$qE(S_{AB} + R) - \mu mgs_{AB} - mgR = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{得: } v = 10\text{m/s}$$

(2) 由 C 到 D, 根据动能定理:

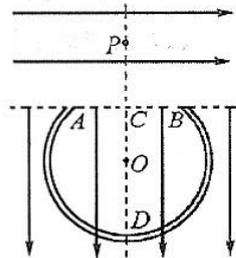
$$-mgh - \mu qEh = 0 - \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{得: } h = \frac{5}{3}m, \text{ 在最高点滑块受到的最大静摩擦力: } F_{fmax} = \mu qE = 4\text{N},$$

重力 $G = mg = 2\text{N}$, $G < F_{fmax}$, 滑块静止在 C 点, 竖直距离为 $\frac{5}{3}m$ 处

$$\text{所以总路程: } s = S_{AB} + \frac{1}{2}\pi R + h = \left(\frac{8}{3} + \frac{\pi}{4}\right)\text{m}$$

$$(3) \text{摩擦产生的热量等于摩擦力所做的功: } Q = \mu mgs_{AB} + \mu qEh = \frac{23}{3}\text{J}$$

B. 如图, 一内壁光滑的绝缘细管 ADB 固定在竖直面内, ADB 是圆心为 O、半径 $r=\sqrt{2}L$ 的圆的一部分, D 点为圆管的最低点, AB 位于同一水平线上, 且 $AB=2L$, 过 OD 的虚线与过 AB 的虚线垂直相交于 C 点。虚线 AB 的上方存在水平向右的、范围足够大的强电场; 虚线 AB 的下方存在竖直向下的、范围足够大的匀强电场, 两电场电场强度大小相等。圆心 O 的正上方有一点 P, 且 $PC=L$ 。将质量为 m、电荷量为 q 的带负电的小球从 P 点由静止释放, 经过一段时间, 小球恰好无碰撞地从 A 进入圆管内并继续运动。



(重力加速度用 g 表示)

- (1) 求小球进入圆管时的速率。
- (2) 小球从管口 B 离开后, 经过一段时间落到 AB 连线延长线上的 N 点 (未标出), 则 N 点距离 C 点多远?
- (3) 小球由 P 点到 (2) 中的 N 点的总时间是多少?

解析：（1）由 P 到 A，根据动能定理：

$$mgL + qEL = \frac{1}{2}mv^2, \text{ 又 } \frac{mg}{qE} = \tan 45^\circ, \text{ 所以 } v = 2\sqrt{gL}$$

（2）由 A 到 B： $mg=qE$ ，所以小物体做匀速圆周运动， $v_B = 2\sqrt{gL}$

B 点处将速度 v_B 分为水平和竖直方向：

$$\text{竖直方向： } 2v_B \sin 45^\circ = gt$$

$$\text{水平方向： } x = (v_B \cos 45^\circ)t + \frac{1}{2}at^2, \quad qE = ma$$

$$\text{得： } x = 8L$$

$$\text{所以， } x_{NC} = 8L - L = 7L$$

（3）由 P 到 A 时间： $\sqrt{2L} = \frac{vt_1}{2}$

$$\text{由 A 到 B 时间： } \frac{3}{4} \times 2\pi r = v_B t_2$$

$$\text{总时间： } t = t_1 + t_2 = \left(3 + \frac{3}{4}\pi\right) \sqrt{\frac{2L}{g}}$$