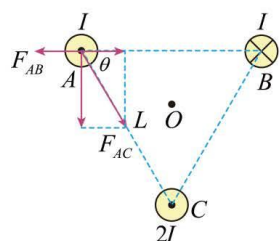


B. 根据右手螺旋定则可知, A、B 输电电缆在 A、B 圆心连线中点处的磁感应强度方向竖直向上, 而 C 电缆在该处的磁感应强度水平向左, 则该点的合磁感应强度方向斜向上偏左, 故 B 错误;

C. A 输电电缆在 O 点的磁感应强度方向垂直 OA 指向右上方, B 输电电缆在 O 点的磁感应强度方向垂直 OB 指向左上方, 根据对称性可知, A、B 输电电缆在 O 处的合磁感应强度方向竖直向上, 而 C 输电线在 O 点的磁感应强度方向垂直 OC 水平向左, 所以 O 处合磁感应强度方向应斜向左上方, 故 C 错误。

D. B 对 A 的作用力沿 AB 水平向左, C 对 A 的作用力沿 AC 斜向右下, 且大小为 B 对 A 作用力的 2 倍, 如图所示



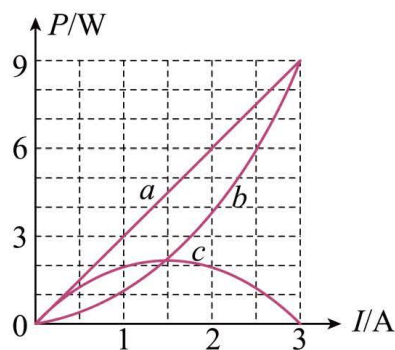
由图可知

$$F_{AC} \cos \theta = 2F_{AB} \cos 60^\circ = F_{AB}$$

即 C 对 A 的作用力在水平方向的分力与 B 对 A 的作用力大小相等, 方向相反, 所以 A 受到的安培力合力即为 C 对 A 的作用力在竖直方向的分量, 则输电电缆 A 所受安培力方向垂直线缆 A、B 圆心连线向下, 故 D 正确。

故选 D。

4. 某同学将一直流电源的总功率 P_E 、输出功率 P_R 和电源内部的发热功率 P_r 随电流 I 变化的图线画在了同一坐标系中, 如图中的 a、b、c 所示。以下判断正确的是 ()



A. 电源的电动势 $E = 3V$, 内阻 $r = 0.5\Omega$

B. b、c 图线的交点与 a、b 图线的交点的横坐标之比一定为 1:2, 纵坐标之比一定为 1:2

C. 电源的最大输出功率 $P_m = 9W$

D. 在 a 、 b 、 c 三条图线上分取横坐标相同的 A 、 B 、 C 三点，这三点的纵坐标一定满足关系 $P_A = P_B + P_C$

【答案】D

【解析】

【详解】A. 由电源消耗功率和电源内部消耗功率表达式

$$P_E = EI, P_r = I^2 r$$

可知， a 是直线，表示的是电源消耗的总电功率， b 是抛物线，表示的是电源内电阻上消耗的功率， c 表示外电阻的功率即为电源的输出功率 P_R ，由图可知，当短路时，电流为 $3A$ ，总功率 $P=9W$ ；则由

$$P = EI$$

可知

$$E = 3V$$

内阻

$$r = \frac{3}{3} \Omega = 1\Omega$$

故 A 错误；

BC. 当内电阻和外电阻相等时，电源输出的功率最大，此时即为 b 、 c 线的交点时的电流，此时电流的大小为

$$I = \frac{E}{R+r} = \frac{E}{2r} = 1.5A$$

最大输出功率的大小为

$$P = \frac{E^2}{4r} = 2.25W$$

a 、 b 线的交点表示电源的总功率 P_E 和电源内部的发热功率 P_r 相等，此时只有电源的内电阻，所以此时的电流的大小为

$$I' = \frac{E}{r} = 3A$$

功率的大小为

$$P' = \frac{E^2}{r} = 9W$$

所以横坐标之比为 $1:2$ ，纵坐标之比为 $1:4$ ，故 BC 错误；

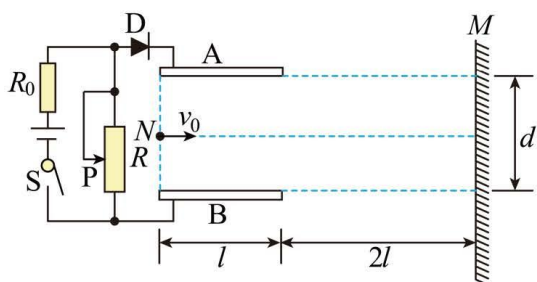
D. 在 a 、 b 、 c 三条图线上分别取横坐标相同的 A 、 B 、 C 三点，因为直流电源的总功率 P_E 等于输出功率 P_R 和电源内部的发热功率 P_r 的和，所以这三点的纵坐标一定满足关系

$$P_A = P_B + P_C$$

故 D 正确。

故选 D。

5. 正对着并水平放置的两平行金属板连接在如图所示的电路中，板长 l ，板间距为 d ，在距离板的右端 $2l$ 处有一竖直放置的光屏 M 。D 为理想二极管（即正向电阻为 0，反向电阻无穷大）， R 为滑动变阻器， R_0 为定值电阻。将滑片 P 置于滑动变阻器正中间，闭合开关 S，让一带电量为 q 、质量为 m 的质点从两板左端连线的中点 N 以水平速度 v_0 射入板间，质点未碰极板，最后垂直打在 M 上，在保持开关 S 闭合的情况下，下列分析或结论正确的是（ ）



A. 质点在板间运动的过程中与它从板的右端运动到 M 的过程中速度变化相同

B. 板间电场强度大小为 $\frac{3mg}{q}$

C. 若仅将滑片 P 向下滑动一段，则质点不会垂直打在 M 上

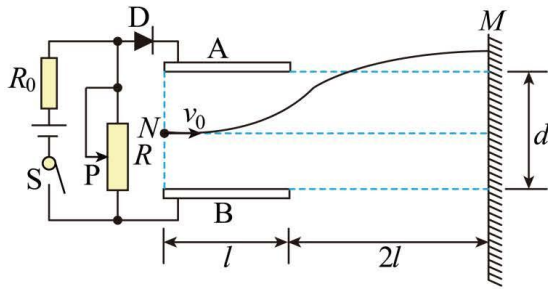
D. 若仅将两平行板的间距减小一些，则质点依然会垂直打在 M 上

【答案】B

【解析】

【详解】A. 质点先在水平放置的平行金属板间做类平抛运动，要垂直打在 M 屏上，离开电场后，质点一定做斜上抛运动。质点在板间的类平抛运动和离开电场后的斜上抛运动水平方向都不受外力，都做匀速直线运动，水平方向速度都为 v_0 ，质点垂直打在 M 板上时速度也水平，根据质点的轨迹弯曲方向可知两个过程质点的合力方向相反，加速度方向相反，则速度变化量方向相反，故 A 错误；

B. 质点的轨迹如图所示



设质点在板间运动的过程中加速度大小为 a ，则质点离开电场时竖直分速度大小为

$$v_y = at_1 = \frac{qE - mg}{m} \cdot \frac{l}{v_0}$$

质点离开电场后运动过程其逆过程是平抛运动，则

$$v_y = gt_2 = g \cdot \frac{2l}{v_0}$$

联立解得

$$E = \frac{3mg}{q}$$

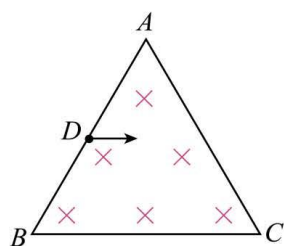
故 B 正确；

C. 若仅将滑片 P 向下滑动一段后，R 的电压减小，电容器的电压要减小，电量要减小，由于二极管具有单向导电性，所以电容器不能放电，电量不变，板间电压不变，所以质点的运动情况不变，再让该质点从 N 点以水平速度 v_0 射入板间，质点依然会垂直打在光屏上，故 C 错误；

D. 若仅将两平行板的间距变小一些，电容器电容增大，由 $C = \frac{Q}{U}$ 知，U 不变，电量要增大，二极管具有单向导电性，所以电容器不能放电，但是可以充电，所以电量增大，根据推论可知板间电场强度变大，所以质点的运动情况发生变化，再让该质点从 N 点以水平速度 v_0 射入板间，质点不会垂直打在光屏上，故 D 错误。

故选 B。

6. 如图所示，边长为 L 的等边三角形 ABC 内有垂直于纸面向里、磁感应强度大小为 B_0 的匀强磁场， D 是 AB 边的中点，一质量为 m 、电荷量为 $-q (q > 0)$ 的带电的粒子从 D 点以速度 v 平行于 BC 边方向射入磁场，不考虑带电粒子受到的重力，则下列说法正确的是 ()



A. 粒子可能从 B 点射出

B. 若粒子垂直于 BC 边射出，则粒子做匀速圆周运动的半径为 $\frac{\sqrt{3}}{2}L$

C. 若粒子从 C 点射出，则粒子在磁场中运动的时间为 $\frac{\pi m}{3qB_0}$

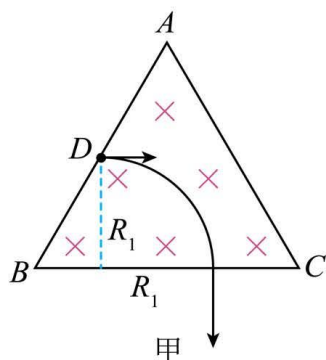
D. 若粒子从 AB 边射出，则粒子的速度越大，其在磁场中运动的时间越短

【答案】C

【解析】

【详解】A. 带负电的粒子从 D 点以速度 v 平行于 BC 边方向射入磁场，由左手定则可知，粒子向下偏转，由于 BC 边的限制，粒子不能到达 B 点，故 A 错误；

B. 粒子垂直于 BC 边射出，如图甲所示

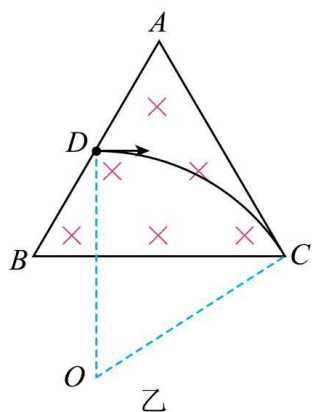


则粒子做匀速圆周运动的半径等于 D 点到 BC 边的距离，即

$$R_1 = \frac{1}{2}L \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{4}L$$

故 B 错误；

C. 粒子从 C 点射出，如图乙所示



根据几何关系可得

$$R_2^2 = \left(R_2 - \frac{L}{2} \sin 60^\circ \right)^2 + \left(L - \frac{L}{2} \cos 60^\circ \right)^2$$

解得

$$R_2 = \frac{\sqrt{3}}{2} L$$

则粒子轨迹对应的圆心角的正弦值为

$$\sin \angle O = \frac{L - \frac{1}{2} L \cos 60^\circ}{R_2} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

则

$$\angle O = 60^\circ$$

粒子在磁场中运动的时间为

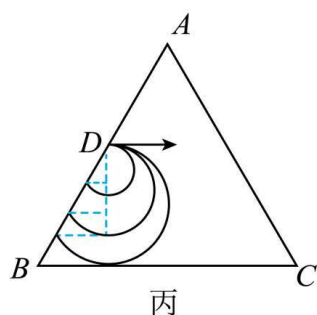
$$t = \frac{60^\circ}{360^\circ} T = \frac{1}{6} \times \frac{2\pi m}{qB_0} = \frac{\pi m}{3qB_0}$$

故 C 正确；

D. 由 $qvB_0 = m \frac{v^2}{r}$ ，可知

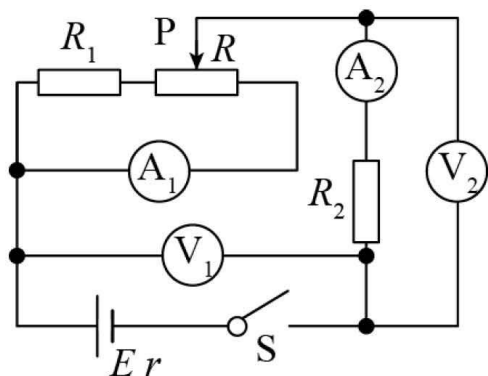
$$r = \frac{mv}{qB_0}$$

若粒子从 AB 边射出，则粒子的速度越大，轨迹半径越大，如图丙所示



粒子从 AB 边射出时的圆心角相同，其在磁场中运动的时间相同，故 D 错误。
故选 C。

7. 在如图所示的电路中，已知电阻 R_1 的阻值小于滑动变阻器 R 的最大阻值。闭合开关 S ，在滑动变阻器的滑片 P 由左端向右滑动的过程中，四个电表 V_1 、 V_2 、 A_1 、 A_2 的示数及其变化量分别用 U_1 、 U_2 、 I_1 、 I_2 、 ΔU_1 、 ΔU_2 、 ΔI_1 、 ΔI_2 表示。下列说法正确的是 ()



- A. U_1 先变大后变小， I_1 不变
B. U_1 先变大后变小， I_1 一直变大
C. $\frac{\Delta U_1}{\Delta I_2}$ 的绝对值先变大后变小， $\frac{\Delta U_2}{\Delta I_2}$ 的绝对值不变
D. U_2 先变小后变大， I_2 一直变小

【答案】B

【解析】

【详解】ABD. 滑片 P 由滑动变阻器的左端向右端滑动的过程中，电阻 R 的左半部分与 R_1 串联然后与 R 的右半部分并联，并联电阻先变大后变小，所以电路总电阻 $R_{\text{总}}$ 先变大后变小，电源电动势 E 不变，电路

电流 $I_2 = \frac{E}{R_{\text{总}} + r}$ 先变小后变大，电阻 R_2 不变，电压表 V_2 的示数 $U_2 = IR_2$ ，先变小后变大，电流 I_2 先变小

后变大，即电流表 A_2 的示数先变小后变大，根据闭合回路欧姆定律得 $U_1 = E - Ir$ ，所以 U_1 先变大后变小；

电流 I 先变小后变大, 电阻 R_2 与 r 不变, 所以电压 $U_{2r} = I(R_2 + r)$ 先变小后变大, 并联电压 $U_{\#} = E - U_{2r}$, 先变大后变小, 电流 A_1 所在支路电阻 $R_{1\text{支路}}$ 逐渐减小, 所以当 $U_{\#}$ 增大时, A_1 一定增大; 当 $U_{\#}$ 减小时, 由于另一个支路的电阻值增大, 所以流过 R_1 的电流减小, 并联的总电流增大, 所以 A_1 也一定增大, 即电流表 A_1 示数变大, 综上, 电压表 V_1 的示数 U_1 先变大后变小, 电流表 A_1 的示数 I_1 变大。电压表 V_2 的示数 U_2 先变小后变大, 电流表 A_2 的示数 I_2 先变小后变大。故 AD 错误, B 正确;

D. 由于 $U_1 = E - Ir$, 所以有

$$\left| \frac{\Delta U_1}{\Delta I_2} \right| = r$$

即 $\frac{\Delta U_1}{\Delta I_2}$ 的绝对值不变, 由于 $U_2 = IR_2$, 所以有

$$\left| \frac{\Delta U_2}{\Delta I_2} \right| = R_2$$

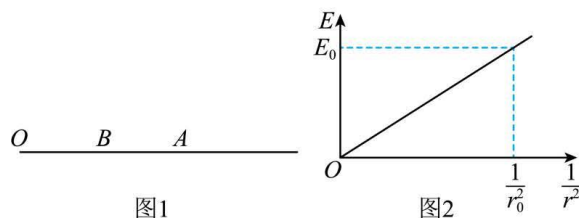
即 $\frac{\Delta U_2}{\Delta I_2}$ 的绝对值不变, 故 C 错误。

故选 B。

二、多项选择题 (本题共 3 小题, 每小题 6 分, 共 18 分。在每小题给出的四个选项中, 有两个或两个以上选项符合题目要求。全部选对的得 6 分, 选对但不全的得 3 分, 有选错的得 0 分)

8. 如图 1 所示, 在水平地面上的 O 点固定一个带正电的带电体 (可视为质点, 图中未画出), 以 O 点为原点以向右为正方向建坐标系, 得到坐标轴上 O 点右侧各点的电场强度 E 与各点到 O 点距离 r 的关系图像如图 2 所示。现将一个可视为质点质量为 m 、带电量大小为 q 的滑块从 B 点由静止释放, 滑块向右运动, 经过 A 点时滑块的速度最大, 已知 $OA = r_0$, 且 B 为 OA 的中点, 重力加速度为 g , 点电荷周围电势

$\varphi = \frac{kQ}{r}$ (Q 为点电荷的电荷量, r 为该点到点电荷的距离, 以无穷远处电势为零)。下列说法中正确的是 ()



A. 滑块可能带负电

B. 滑块与水平面间的动摩擦因数 $\mu = \frac{E_0 q}{mg}$

C. 滑块经过 A 点时的速率 $v_A = \sqrt{\frac{E_0 q r_0}{2m}}$

D. 滑块停止运动时离 O 点的距离为 $2r_0$

【答案】BD

【解析】

【详解】A. 在 O 点的带电体带正电，滑块从 B 点由静止释放，向右运动，则滑块受到的电场力向右，故滑块带正电，故 A 错误；

B. 滑块向右运动，经过 A 点时滑块的速度最大，此时

$$qE_0 = \mu mg$$

滑块与水平面间的动摩擦因数

$$\mu = \frac{E_0 q}{mg}$$

故 B 正确；

C. B 、 A 两点间电势差

$$U_{BA} = \frac{kQ}{\frac{r_0}{2}} - \frac{kQ}{r_0} = \frac{kQ}{r_0}$$

根据动能定理

$$qU_{BA} - \mu mg \cdot \frac{r_0}{2} = \frac{1}{2}mv_A^2$$

又

$$E_0 = \frac{kQ}{r_0^2}$$

联立解得

$$v_A = \sqrt{\frac{E_0 q r_0}{m}}$$

故 C 错误；

D. 设滑块停止运动时离 O 点的距离为 x ，根据动能定理

$$q\left(\frac{kQ}{\frac{r_0}{2}} - \frac{kQ}{x}\right) - \mu mg\left(x - \frac{r_0}{2}\right) = 0$$

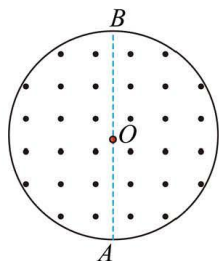
解得

$$x = 2r_0$$

故 D 正确。

故选 BD。公众号：高中试卷君

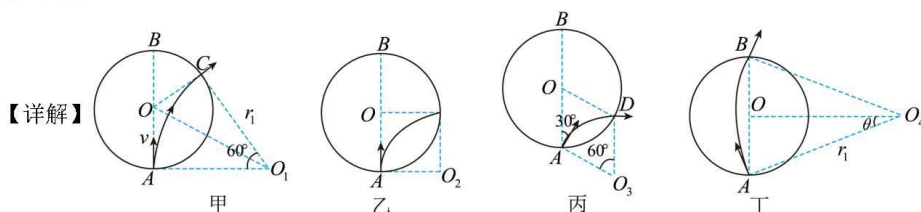
9. 如图所示，处于竖直面内半径为 R 的圆形区域磁场，方向垂直纸面向外，磁感应强度大小为 B ， O 为圆心， AB 为竖直直径，已知一带正电的比荷为 k 的粒子从 A 点沿 AB 方向以某一速度 v 射入磁场后，经时间 t 射出磁场，射出时速度方向的偏转角为 60° ，不计带电粒子的重力。下列说法正确的是（ ）



- A. 带电粒子的速度大小为 $v = \frac{\sqrt{3}RB}{k}$
- B. 若只让粒子速度大小改为 $\frac{\sqrt{3}}{3}v$ ，则粒子在磁场中的运动时间为 $\frac{2}{3}t$
- C. 若让粒子速度大小改为 $\frac{\sqrt{3}}{3}v$ ，入射方向改为 AB 右侧与 AB 夹角 30° ，则粒子在磁场中运动轨迹的长度为 $\frac{\pi R}{3}$
- D. 若只改变入射速度方向让粒子在磁场中的运动时间最长，则粒子的入射方向与 AB 夹角的正弦值应为 $\frac{\sqrt{3}}{3}$

【答案】CD

【解析】



A. 带电粒子的速度为 v 时，其在磁场中的运动轨迹如图甲所示，由题意可知粒子转过的圆心角为 $\angle AO_1C = 60^\circ$ ，所以带电粒子做圆周运动的半径

$$r_1 = R \tan 60^\circ = \sqrt{3}R$$

根据洛伦兹力提供向心力有

$$qvB = m \frac{v^2}{r_1}$$

可求得

$$v = \frac{qBr_1}{m} = \sqrt{3}kBR$$

故 A 错误;

B. 当粒子的速度大小改为 $\frac{\sqrt{3}}{3}v$, 粒子做圆周运动的半径

$$r_2 = \frac{\sqrt{3}}{3}r_1 = R$$

则粒子在磁场中的运动轨迹如图乙所示。由图乙可知, 粒子在磁场中运动的时间为

$$t_2 = \frac{T}{4}$$

由图甲可知

$$t = \frac{T}{6}$$

所以

$$t_2 = \frac{3}{2}t$$

故 B 错误;

C. 若粒子的速度为 $\frac{\sqrt{3}}{3}v$, 入射方向改为 AB 右侧与 AB 夹角 30° , 粒子在磁场中的运动轨迹如图丙所示,

由图可知, 粒子转过的圆心角为 $\angle AO_3D = 60^\circ$, 粒子做圆周运动的半径为

$$r_3 = r_2 = R$$

则粒子在磁场中运动的轨迹长度

$$l = \frac{1}{6} \times 2\pi r_3 = \frac{\pi R}{3}$$

故 C 正确;

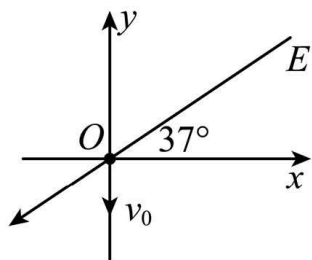
D. 若只让粒子在磁场中运动时间最长, 则粒子在磁场中做圆周运动对应的弦最长, 对应最长弦为直径 AB , 粒子运动的轨迹如图丁所示, 由图可知

$$\sin \theta = \frac{R}{r_1} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

由几何关系可知， θ 角等于 v 与 AB 的夹角，则粒子的入射方向与 AB 夹角的正弦值应为 $\frac{\sqrt{3}}{3}$ ，故D正确。

故选CD。

10. 如图所示，竖直面内有一匀强电场，其方向与 x 轴夹角为 37° ，现有质量为 m 的一带负电的小球，从 O 点以速度 v_0 竖直向下抛出，已知小球的加速度沿 x 轴方向，则关于带电小球运动过程中的说法正确的是（ ）



- A. 小球所受电场力的大小为 $\frac{5mg}{3}$
- B. 小球的电势能与重力势能之和一直在减小
- C. 小球的电势能与动能之和一直在减小
- D. 经过 $t = \frac{9v_0}{16g}$ 的时间，小球的机械能达到最小值

【答案】ABD

【解析】

【详解】A. 小球加速度沿 x 轴方向，小球受到竖直向下的重力和与电场线方向相反的电场力，所以小球合力沿 x 轴正方向，在竖直方向有

$$F \sin 37^\circ = mg$$

解得电场力

$$F = \frac{5mg}{3}$$

A 正确；

B. 小球所受合力沿 x 轴正方向，小球做类平抛运动，所以小球所受合力做正功，小球的动能增加，根据能量守恒定律可知小球的电势能与重力势能之和一直在减小，B 正确；

C. 小球做类平抛运动，小球的重力做正功，重力势能减小，根据能量守恒定律可知小球的电势能与动能之和一直在增加，C 错误；

D. 电场力做负功，电势能增加，小球机械能减小，所以电场力做负功最大时，小球机械能最小，沿电场

线方向建立直角坐标系，则在电场力方向，速度为 $v_0 \cos 53^\circ$ ，加速度为

$$\frac{5mg}{3} - mg \cos 53^\circ = ma$$

解得

$$a = \frac{16}{15}g$$

沿电场线方向，小球做匀减速直线运动，减速至 0 用时为

$$t = \frac{v_0 \cos 53^\circ}{a} = \frac{\frac{3}{5}v_0}{\frac{16}{15}g} = \frac{9v_0}{16g}$$

此时电场力做负功最大，所以小球机械能最小，D 正确。

故选 ABD。

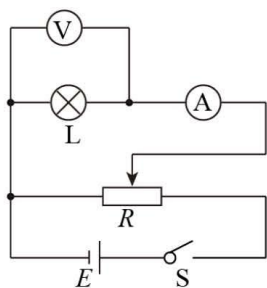
第 II 卷（非选择题 共 54 分）

三、非选择题（本题共 5 小题，共 54 分）

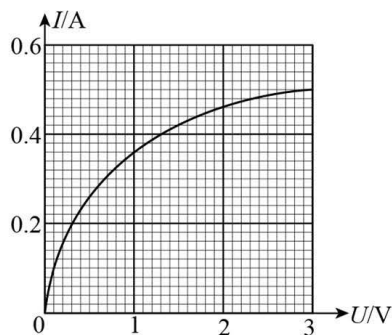
11. 描绘一个标有“3V, 0.5A”小灯泡 L 的伏安特性曲线，实验室提供的实验器材有：

- A. 电源 E （电动势为 4V，内阻约 1Ω ）
- B. 电流表 A_1 （量程为 0.6A，内阻约 0.5Ω ）
- C. 电流表 A_2 （量程为 3A，内阻约 0.1Ω ）
- D. 电压表 U_1 （量程为 3V，内阻约 $3k\Omega$ ）
- E. 电压表 U_2 （量程为 15V，内阻的 $15k\Omega$ ）
- F. 滑动变阻器 R_1 （最大阻值 10Ω ）
- G. 滑动变阻器 R_2 （最大阻值 100Ω ）
- H. 开关 S 一个，导线若干

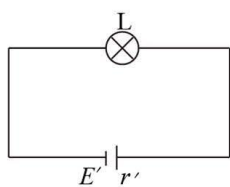
(1) 为了多测几组数据并能从 0 开始测量，某小组设计电路图如图，则在该电路中，电流表选择 _____，电压表选择 _____，滑动变阻器选择 _____（此三空均选填相应器材前的代号）。



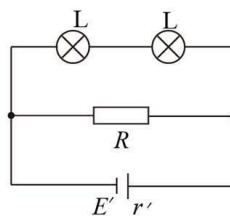
(2) 在按照合理的电路及操作测量后，作出如图(a)所示的小灯泡的伏安特性曲线。现将同样规格的小灯泡分别接入如图(b)、如图(c)所示的电路中，已知电源电动势 $E'=3.0\text{V}$ ，电源内阻 $r'=5\Omega$ ，图(c)中的定值电阻 $R=5\Omega$ ，则图(b)中小灯泡的实际功率为____W，图(c)中一个小灯泡的实际功率为____W (两个空均保留2位有效数字)。公众号：高中试卷君



图(a)



图(b)



图(c)

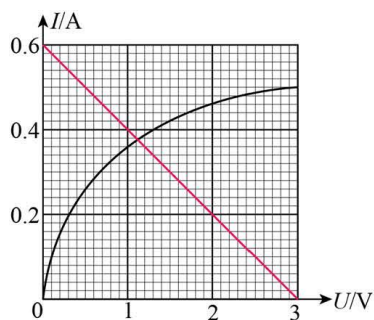
【答案】 ①. B ②. D ③. F ④. 0.43 ⑤. 0.11

【解析】

【分析】

【详解】(1)[1][2][3]由灯泡L的额定电压、额定电流可知，电压表应选量程为3V的D，电流表应选量程为0.6A的B，为了能多测几组数据并且从0开始调节，滑动变阻器采用分压式接法，为了方便调节，减小误差，应选阻值较小的F。

(2)[4]在如图(b)的实验中，在小灯泡的伏安特性曲线图中，画出电源的外特性曲线，交点即为此时灯泡的实际电压与实际电流，如图所示



可知

$$U_1 = 1.15\text{V}, I_1 = 0.37\text{A}$$

可得灯泡的实际功率为

$$P_1 = U_1 I_1 \approx 0.43\text{W}$$

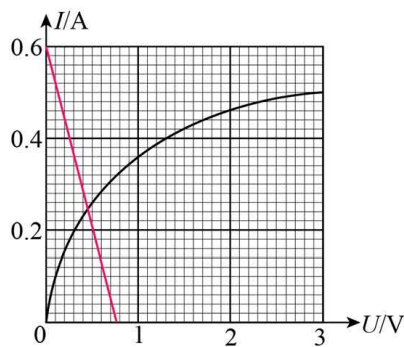
[5]在如图(c)的实验中, 设灯泡的实际电压、实际电流为 U_2 、 I_2 , 由闭合电路欧姆定律可得

$$2U_2 = E' - (I_2 + \frac{2U_2}{R})r'$$

代入数据可得

$$I_2 = -0.8U_2 + 0.6$$

把这个伏安特性曲线与灯泡的伏安特性曲线画在同一坐标中, 如图所示



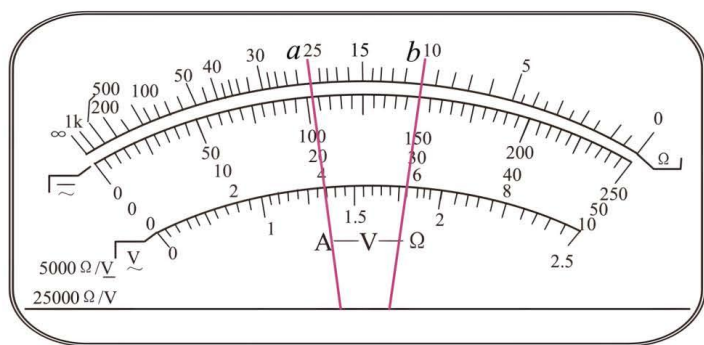
由图可得, 交点坐标为

$$U_2 = 0.45\text{V}, I_2 = 0.24\text{A}$$

可得灯泡的实际功率为

$$P_2 = U_2 I_2 \approx 0.11\text{W}$$

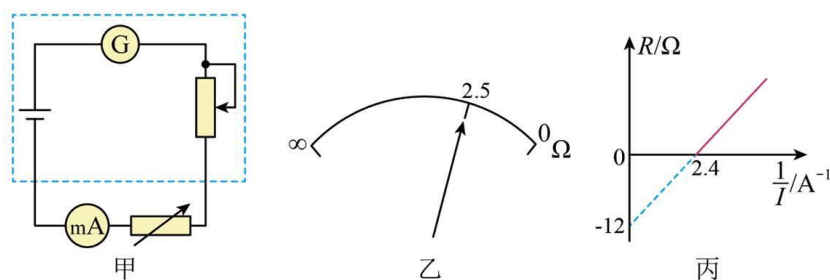
12. 佳佳同学在做“练习使用多用电表”的实验时, 进行了如下测量:



(1) 测量电路的电压时，选用直流 50V 量程，指针位置如图中 a 所示，该电路两电压为_____ V。

(2) 测量电路的电流时，选择开关处在电流“10mA”挡，指针位置如图中 b 所示，被测电流的值为_____ mA。

(3) 某欧姆表由于长时间未使用，电源电动势和内阻发生了明显变化，导致无法进行欧姆调零。小佳同学用如图甲所示的电路来研究其内部的电源情况。实验时选择欧姆表“ $\times 1$ ”挡位，已知毫安表的量程为 400mA，内阻约为 1Ω 。



①在电路连接时，要注意毫安表的“-”接线柱要与欧姆表的_____（填“红”或“黑”）表笔相连；

②调节电阻箱的阻值，当毫安表的读数为 400mA 时，欧姆表指针偏转到整个表盘 $\frac{4}{5}$ 位置的 2.5Ω 刻度处，如图乙所示，则欧姆表表头 G 的量程为_____ mA；

③连续调节电阻箱的阻值，记录多组电阻箱阻值 R 和通过毫安表的电流 I ，做出 $R - \frac{1}{I}$ 图像，如图丙所示，则电源的电动势 $E =$ _____ V。在不考虑实验偶然误差的情况下，电源电动势的测量值_____（填“大于”“小于”或“等于”）真实值。

【答案】 ①. 20.5 ②. 6.0 ③. 红 ④. 500 ⑤. 5 ⑥. 等于

【解析】

【详解】(1) [1]测量电路两电压时，选用直流 50V 量程，指针位置如图中 a 所示，读数时要读中间的刻度盘，最小刻度为 1V，则该电路两电压为 20.5V。

(2) [2]测量电路的电流时，选择开关处在电流“10mA”挡，指针位置如图中 b 所示，读数时要读中间

的刻度盘，最小刻度为0.2A，被测电流的值为6.0mA。

(3) ①[3]电流从欧姆表的红表笔流入，从毫安表的“-”接线柱流出，所以毫安表的“-”接线柱要与欧姆表的红表笔相连；

②[4]设欧姆表表头G的量为 I_g ，由题意可得

$$\frac{4}{5}I_g = 400\text{mA}$$

解得欧姆表表头G的量为

$$I_g = 500\text{mA}$$

③[5]设回路中除电阻箱之外的总电阻为 r ，根据闭合电路欧姆定律有

$$E = I(R+r)$$

整理得

$$R = \frac{E}{I} - r$$

可知 $R - \frac{1}{I}$ 图像的斜率等于电源的电动势，则有

$$E = k = \frac{12}{2.4} \text{V} = 5\text{V}$$

[6]根据实验原理可知并未引入由于电表内阻而产生的系统误差，则有

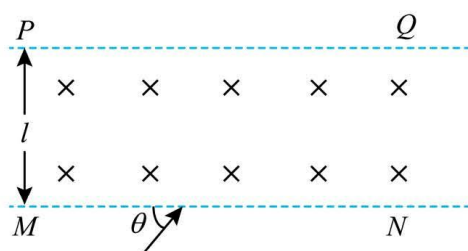
$$E_{\text{真}} = I(R + R_A + r)$$

可得

$$R = \frac{E_{\text{真}}}{I} - R_A - r$$

可知在不考虑实验偶然误差的情况下， $R - \frac{1}{I}$ 图像的斜率仍然等于电源的电动势，则电源电动势的测量值等于真实值。

13. 真空区域有宽度为 l 、方向垂直纸面向里的匀强磁场， MN 、 PQ 是磁场的边界。质量为 m 、电荷量大小为 q 的粒子（电性未知，不计重力）以速度 v 沿着与 MN 夹角 θ 为 60° 的方向射入磁场中，刚好没能从 PQ 边界射出磁场。求粒子在磁场中运动的时间。



【答案】 $\frac{8\pi l}{9v}$ 或 $\frac{4\pi l}{3v}$

【解析】

【详解】若粒子为正电荷：由几何关系得

$$r_1 + r_1 \cos 60^\circ = l$$

得

$$r_1 = \frac{2}{3}l$$

由几何关系得粒子转过的圆心角为

$$\theta = \frac{4}{3}\pi$$

所以粒子在磁场中运动的时间为

$$t_1 = \frac{\frac{2}{3} \times 2\pi r_1}{v} = \frac{8\pi l}{9v}$$

若粒子为负电荷：由几何关系

$$r_2 - r_2 \cos 60^\circ = l$$

得

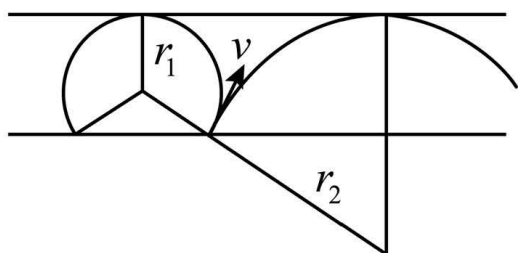
$$r_2 = 2l$$

由几何关系得粒子转过的圆心角为

$$\theta = \frac{2}{3}\pi$$

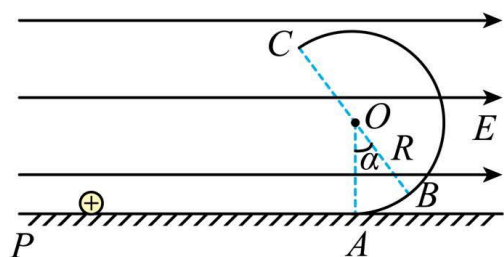
所以粒子在磁场中运动的时间为

$$t_2 = \frac{\frac{1}{3} \times 2\pi r_2}{v} = \frac{4\pi l}{3v}$$



14. 如图，在竖直平面内，一半径为 R 的光滑圆弧轨道 ABC 与光滑水平轨道 PA 相切于 A 点， BC 为圆弧轨道 ABC 的直径， O 为圆心， OA 和 OB 之间的夹角 $\alpha = 37^\circ$ 。整个装置处于水平向右的匀强电场中。一质量为 m 、电荷量为 $q(q > 0)$ 的带电小球（可视为质点）可以在圆弧轨道上的 B 点保持静止。现将该带电小球从水平轨道某点静止释放，小球经 A 点沿圆弧轨道 ABC 恰好能通过 C 点。已知重力加速度大小为 g ， $\sin 37^\circ = 0.6, \cos 37^\circ = 0.8$ 。求：

- (1) 匀强电场的电场强度 E 的大小；
- (2) 小球经过 C 点时，电场力对小球做功的功率 P ；（结果保留根号）
- (3) 小球在圆弧轨道上运动时对轨道的最大压力的大小。



【答案】(1) $E = \frac{3mg}{4q}$ ；(2) $P = -\frac{3mg}{10}\sqrt{5gR}$ ；(3) $F_{\text{压}} = \frac{15}{2}mg$

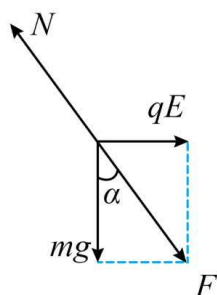
【解析】

【详解】(1) 小球可以在圆弧轨道上的 B 点保持静止，小球受合力为 0

$$\tan \alpha = \frac{qE}{mg}$$

解得

$$E = \frac{3mg}{4q}$$



(2) 小球到达 C 点时受重力和电场力作用，合力的大小为 F

$$\cos \alpha = \frac{mg}{F}$$

设小球到达 C 点时的速度大小为 v_C ，由牛顿第二定律得

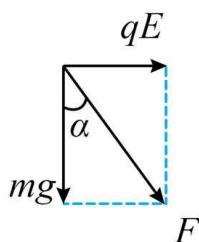
$$F = m \frac{v_C^2}{R}$$

小球在 C 点电场力与速度夹角为 143° ，故小球在 C 点所受电场力做功的功率

$$P = qE \cdot v_C \cos 143^\circ$$

解得

$$P = -\frac{3mg}{10} \sqrt{5gR}$$



(3) 在 B 点，重力和电场力的合力 F 沿 OB 方向背离心，小球对圆弧轨道的压力最大。

B 到 C 过程，由动能定理得

$$-F \cdot 2R = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2$$

在 B 点，由牛顿第二定律得

$$N_B - F = m \frac{v_B^2}{R}$$

解得

$$N_B = \frac{15}{2}mg$$

由牛顿第三定律得：小球在圆弧轨道上运动时对轨道的最大压力为

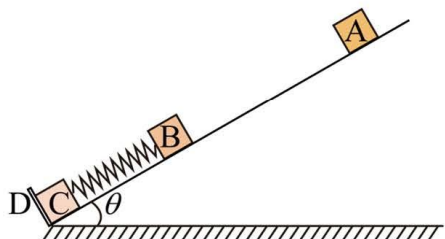
$$F_{\text{压}} = N_B = \frac{15}{2}mg$$

15. 如图所示, 质量均为 m 的物体 B、C 分别与轻质弹簧的两端相连接, 将它们放在倾角为 $\theta = 30^\circ$ 的光滑斜面上, 静止时弹簧的形变量为 x_0 。斜面底端有固定挡板 D, 物体 C 靠在挡板 D 上。将质量也为 m 的物体 A 从斜面上的某点由静止释放, A 与 B 相碰。已知重力加速度为 g , 弹簧始终处于弹性限度内, 不计空气阻力。

(1) 求弹簧的劲度系数 k ;

(2) 若 A 与 B 相碰后粘连在一起开始做简谐运动, 当 A 与 B 第一次运动到最高点时, C 对挡板 D 的压力恰好为零, 求挡板 D 对 C 支持力的最大值;

(3) 若将 A 从另一位置由静止释放, A 与 B 相碰后不粘连, 但仍立即一起运动, 且当 B 第一次运动到最高点时, C 对挡板 D 的压力也恰好为零。已知 A 与 B 相碰后弹簧第一次恢复原长时 B 的速度大小为 $v = \sqrt{1.5gx_0}$, 求相碰后 A 第一次运动达到的最高点与开始静止释放点之间的距离。



【答案】(1) $\frac{mg}{2x_0}$; (2) $3mg$; (3) $6.5x_0$

【解析】

【详解】(1) 根据物体平衡条件得

$$kx_0 = mg\sin\theta$$

解得弹簧的劲度系数

$$k = \frac{mg}{2x_0}$$

(2) A 与 B 碰后一起做简谐运动到最高点时, 物体 C 对挡板 D 的压力最小为 0, 则对 C, 弹簧弹力

$$F_{\text{弹}} = mg\sin\theta$$

对 A、B, 回复力最大

$$F_{\text{回}} = 3mg\sin\theta$$

由简谐运动的对称性, 可知 A 与 B 碰后一起做简谐运动到最低点时, 回复力也最大, 即

$$F_{\text{回}} = 3mgsin\theta$$

此时物体 C 对挡板 D 的压力最大，对物体 A、B 有

$$F_{\text{弹}}'' - 2mgsin\theta = 3mgsin\theta$$

则弹簧弹力

$$F_{\text{弹}}'' = 5mgsin\theta$$

对物体 C，设挡板 D 对物体 C 的弹力为 F_N ，则

$$F_N = 5mgsin\theta + mgsin\theta = 3mg$$

挡板 D 对 C 支持力的最大值为 $3mg$ 。

(3) 设物体 A 释放时 A 与 B 之间距离为 x ，A 与 B 相碰前物体 A 速度的大小为 v_1 ，对物体 A，从开始下滑到 A、B 相碰前的过程，根据机械能守恒定律有

$$mgxsin\theta = \frac{1}{2}mv_1^2$$

解得

$$v_1 = \sqrt{gx}$$

设 A 与 B 相碰后两物体共同速度的大小为 v_2 ，对 A 与 B 发生碰撞的过程，根据动量守恒定律有

$$mv_1 = (m+m)v_2$$

解得

$$v_2 = \frac{1}{2}v_1$$

物体 B 静止时弹簧的形变量为 x_0 ，设弹性势能为 E_p ，从 A、B 开始压缩弹簧到弹簧第一次恢复原长的过程，根据机械能守恒定律有

$$\frac{1}{2}(m+m)v_2^2 + E_p = \frac{1}{2}(m+m)v^2 + (m+m)gx_0sin\theta$$

当弹簧第一次恢复原长时 A、B 恰好分离，设分离后物体 A 还能沿斜面上升的距离为 x_1 。对物体 A，从与 B 分离到最高点的过程。机械能守恒，则有

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgx_1sin\theta$$

解得

$$x_1 = 1.5x_0$$

对物体 B、C 和弹簧所组成的系统，物体 B 运动到最高点时速度为 0，物体 C 恰好离开挡板 D，此时弹簧的伸长量也为 x_0 ，弹簧的弹性势能也为 E_p 。从 A、B 分离到 B 运动到最高点的过程，由机械能守恒定律有

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgx_0 \sin \theta + E_p$$

解得

$$E_p = \frac{1}{4}mgx_0$$

解得

$$x = 9x_0$$

由几何关系可得，物体 A 第一次运动达到的最高点与开始静止释放点之间的距离

$$d = x - x_1 - x_0 = 6.5x_0$$



关于我们

自主选拔在线是致力于提供新高考生涯规划、强基计划、综合评价、三位一体、学科竞赛等政策资讯的升学服务平台。总部坐落于北京，旗下拥有网站（网址：www.zizzs.com）和微信公众平台等媒体矩阵，用户群体涵盖全国 90% 以上的重点中学师生及家长，在全国新高考、自主选拔领域首屈一指。

如需第一时间获取相关资讯及备考指南，请关注**自主选拔在线**官方微信号：**zizzsw**。



微信搜一搜

自主选拔在线