参考答案及解析

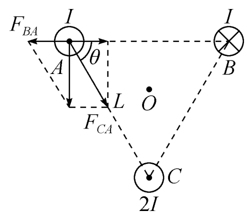
2023—2024 学年度上学期高三年级四调考试 • 物理

一、选择题

1. A【解析】设原来 A、B 所带电荷量分别为 q、$-q$，距离为 r，则有 $F=k\dfrac{q^2}{r^2}$，小球 C 先与 A 球接触后，电荷量为 $q_A=q_C=\dfrac{q}{2}$，小球 C 后与 B 球接触后，电荷量为 $q_B=q_C=\dfrac{\frac{q}{2}-q}{2}=-\dfrac{q}{4}$，则有 $F'=k\dfrac{q_A|q_B|}{r^2}=\dfrac{1}{8}k\dfrac{q^2}{r^2}=\dfrac{1}{8}F$，A 正确。

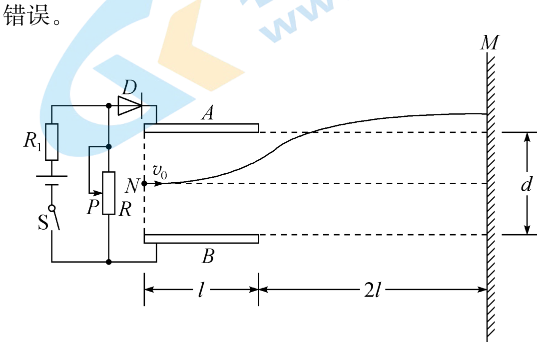
2. C【解析】电池上的 3.6 V 表示电池的电动势为 3.6 V，500 mA • h 表示电池的容量，可以由电池容量计算出电池在一定放电电流下使用的时间，由 500 mA • h$=t\times10$ mA，得 $t=50$ h。手机电池工作时的电流很小，远小于 500 mA，C 错误，A、B、D 正确。

3. D【解析】由于 B、C 输电线缆通入的电流方向相反，所以两线缆相互排斥，A 错误；根据右手螺旋定则可知，A、B 输电线缆在 A、B 圆心连线中心点处的磁感应强度方向竖直向上，而 C 线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，B 错误；A 输电线缆在 O 点的磁感应强度方向垂直于 OA 指向右上方，B 输电线缆在 O 点的磁感应强度方向垂直于 OB 指向左上方，根据对称性可知，A、B 输电线缆在 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于 OC 水平向左，所以 O 处合磁感应强度方向应斜向左上方，C 错误；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 $F_{CA}\cos\theta=2F_{BA}\cos60^\circ=F_{BA}$，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，则输电线缆 A 所受安培力方向垂直于线缆 A、B 圆心连线向下，D 正确。



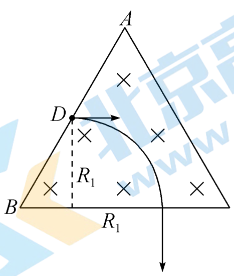
4. D【解析】由 $R=r$ 时，$P_出$ 最大，可知曲线 c 表示输出功率 P_R 随电流 I 变化的图线，总功率 $P_E=EI$，由 E 恒定不变可知图线 a 为总功率 P_E 随电流 I 变化的曲线，图线 b 即为电源内部的发热功率随电流 I 变化的曲线，由图线 a 与 b 的交点可知 $P_E=P_r$，即 $R=0$，$P_E=EI$，$I=3$ A，$E=3$ V，$I^2r=9$ W，$r=1$ Ω，由 $R=r$ 时，$P_R=P_r$ 可知，最大输出功率为 b、c 交点，D 错误。

5. B【解析】粒子先在水平放置的两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，粒子应打在屏的上方，做斜上抛运动，否则，粒子离开电场后轨迹向下弯曲，粒子不可能垂直打在 M 板上。粒子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，速度都等于 v_0，而且 v_0 方向水平，粒子垂直打在 M 板上时速度也水平，根据粒子的轨迹弯曲方向可知两个过程粒子的合力方向相反，加速度方向相反，则速度变化量方向相反，A 错误；粒子的轨迹如图所示，设粒子在板间运动的过程中加速度大小为 a，则粒子离开电场时竖直分速度大小 $v_y=at_1=\dfrac{qE-mg}{m}\cdot\dfrac{l}{v_0}$，粒子离开电场后运动过程其逆过程是平抛运动，则 $v_y=gt_2=g\dfrac{2l}{v_0}$，联立解得 $E=\dfrac{3mg}{q}$，B 正确；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，电荷量要减小，由于二极管具有单向导电性，所以电容器不能放电，电荷量不变，板间电压不变，所以粒子的运动情况不变，再让该粒子从 N 点以水平速度 v_0 射入板间，粒子依然会垂直打在光屏上，C 错误；若仅将两平行板的间距变大一些，电容器电容减小，由 $C=\dfrac{Q}{U}$ 知 U 不变，电荷量要减小，但由于二极管具有单向导电性，所以电容器不能放电，电荷量不变，根据推论可知板间电场强度不变，所以粒子的运动情况不变，再让该粒子从 N 点以水平速度 v_0 射入板间，粒子依然会垂直打在光屏上，D 错误。

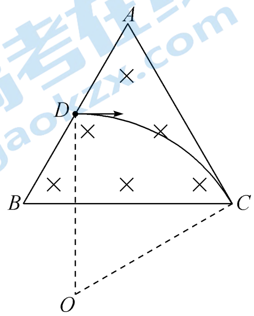


6. C【解析】带负电的粒子从 D 点以速度 v 平行于 BC 边方向射入磁场，由左手定则可知，粒子向下偏转，由于 BC 边的限制，粒子不能到达 B 点，A 错误；粒子垂直于 BC 边射出，如图甲所示。则粒子做匀速圆周运动的半径等于 D 点到 BC 边的距离，即 $R_1=\dfrac{1}{2}L\sin60^\circ=\dfrac{\sqrt{3}}{4}L$，B 错误；粒子从 C 点射出，如图乙所示，根据几何

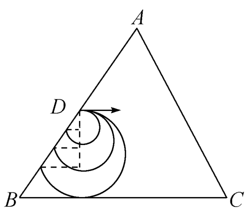
关系可得 $R_2^2=\left(R_2-\frac{L}{2}\sin 60^\circ\right)^2+\left(L-\frac{L}{2}\cos 60^\circ\right)^2$，解得 $R_2=\frac{\sqrt{3}}{2}L$，则粒子轨迹对应的圆心角的正弦值为 $\sin\angle O=\frac{L-\frac{1}{2}L\cos 60^\circ}{R_2}=\frac{\sqrt{3}}{2}$，则 $\angle O=60^\circ$，粒子在磁场中运动的时间为 $t=\frac{60^\circ}{360^\circ}T=\frac{1}{6}\times\frac{2\pi m}{qB_0}=\frac{\pi m}{3qB_0}$，C 正确；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，D 错误。



甲



乙



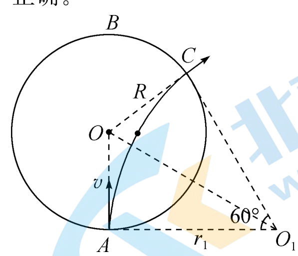
丙

二、选择题

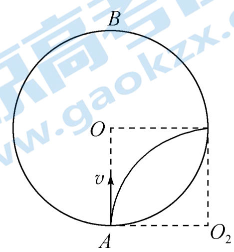
7. BC 【解析】滑片 P 由滑动变阻器的左端向右端滑动的过程中，滑动变阻器 R 的左半部分与 R_1 串联然后与 R 的右半部分并联，并联电阻先变大后变小，所以电路总电阻先变大后变小，根据闭合电路欧姆定律，I_2 先变小后变大，U_1 先变大后变小，由极限法可得当滑片 P 滑到滑动变阻器右端时，电流表 A_1 把 R_1 所在支路短路，此时 I_1 最大，所以 I_1 一直增大，A 错误，B 正确；$\frac{\Delta U_1}{\Delta I_2}$ 的绝对值等于电源的内阻，保持不变；$\frac{\Delta U_2}{\Delta I_2}$ 的绝对值等于 R_2，保持不变，C 正确；电阻 R_2 不变，电压表 V_2 的示数 $U_2=I_2R_2$，U_2 先变小后变大，D 错误。

8. BD 【解析】在 O 点的带电体带正电，滑块由 B 点静止释放，向右运动则受电场力向右，滑块带正电，A 错误；滑块向右运动，过 A 点时速度最大，$qE_0=\mu mg$，得 $\mu=\frac{E_0q}{mg}$，B 正确；B、A 两点电势差 $U_{BA}=\frac{kQ}{\frac{r_0}{2}}-\frac{kQ}{r_0}=\frac{kQ}{r_0}$，由动能定理得 $qU_{BA}-\mu mg\cdot\frac{r_0}{2}=\frac{1}{2}mv_A^2$，又 $E_0=\frac{kQ}{r_0^2}$，联立得 $v_A=\sqrt{\frac{E_0qr_0}{m}}$，C 错误；设滑块停止滑动时离 O 点距离为 x，由动能定理得 $q\left(\frac{2kQ}{r_0}-\frac{kQ}{x}\right)-\mu mg\left(x-\frac{r_0}{2}\right)=0$，解得 $x=2r_0$，D 正确。

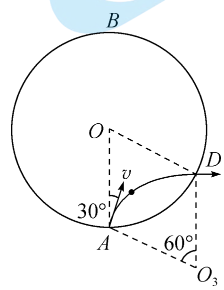
9. CD 【解析】带电粒子的速度为 v 时，其在磁场中的运动轨迹如图甲所示，由题意可知粒子转过的圆心角为 $\angle AO_1C=60^\circ$，所以带电粒子做圆周运动的半径 $r_1=R\tan 60^\circ=\sqrt{3}R$，根据洛伦兹力提供向心力有 $qvB=m\frac{v^2}{r_1}$，可求得 $v=\frac{qBr_1}{m}=\sqrt{3}kBR$，A 错误；当粒子的速度大小改为 $\frac{\sqrt{3}}{3}v$，粒子做圆周运动的半径 $r_2=\frac{\sqrt{3}}{3}r_1=R$，则粒子在磁场中的运动轨迹如图乙所示，由图乙可知，粒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 $t_2=\frac{3}{2}t$，B 错误；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 $l=\frac{1}{6}\times 2\pi r_3=\frac{\pi R}{3}$，C 正确；若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，$\theta$ 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 $\frac{\sqrt{3}}{3}$，D 正确。



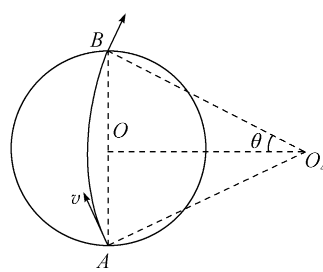
甲



乙



丙



丁

10. ABD 【解析】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；小球所受合外力沿 x

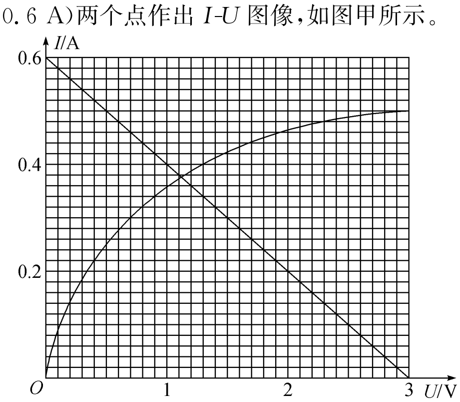
轴正方向,小球做类平抛运动,所以小球所受合外力做正功,小球的动能增加,根据能量守恒定律可知小球的电势能与重力势能之和一直在减小,B 正确;小球做类平抛运动,小球的重力做正功,重力势能减小,根据能量守恒定律可知小球的电势能与动能之和一直在增加,C 错误;电场力做负功,电势能增加,小球机械能减小,所以电场力做负功最大时,小球机械能最小,沿电场线方向,速度大小为 $v_0\cos 53^\circ$,$\frac{5mg}{3}-mg\cos 53^\circ=ma$,解得 $a=\frac{16}{15}g$,沿电场线方向,小球做匀减速直线运动,减速至 0 用时为 $t=\frac{v_0\cos 53^\circ}{a}=\frac{9v_0}{16\,g}$,此时电场力做负功最大,所以小球机械能最小,D 正确。

三、非选择题

11. (1)B(1 分)　D(1 分)　F(1 分)　(2)0.42(0.40～0.45 均可,2 分)　0.11(0.10 或 0.12 均可,2 分)

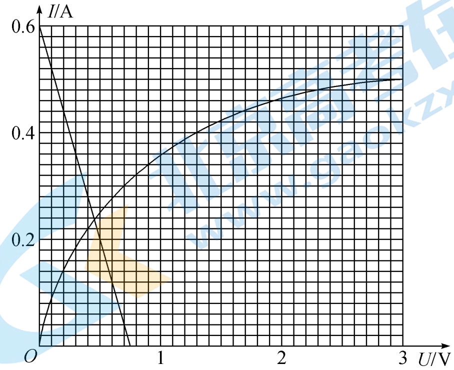
【解析】(1)根据灯泡的额定值可知,灯泡额定电压为 3 V,故电压表选择 D;由额定电流为 0.5 A 可知,电流表应选择 0.6 A 的 B;由于本实验采用滑动变阻器分压式接法,故滑动变阻器应选择总阻值较小的 10 Ω 的 F。

(2)设题图丙中的灯泡电压为 U,电流为 I,根据闭合电路欧姆定律可知:$E'=U+Ir$,整理得 $U=E'-Ir'=3\ \text{V}-5\ \Omega\cdot I$,在题图乙中过(3 V,0)和(0,0.6 A)两个点作出 I-U 图像,如图甲所示。



甲

其交点即表示灯泡的工作点,由图甲可知,灯泡电压 $U=1.13$ V,$I=0.37$ A,则灯泡的实际功率为 $P=UI=0.42$ W,设题图丁中的灯泡电压为 U,电流为 I,根据闭合电路欧姆定律可知 $E'=2U+\left(\frac{2U}{R}+I\right)r'$,整理得 $U=\frac{E'}{2+\frac{2r'}{R}}-\frac{r'}{2+\frac{2r'}{R}}I=\frac{3}{4}\ \text{V}-\frac{5}{4}\ \Omega\cdot I$,在题图乙图中过(0.75 V,0)和(0,0.6 A)两个点作出 I-U 图像,如图乙所示。



乙

其交点即表示灯泡的工作点,由图乙可知,灯泡电压 $U=0.46$ V,$I=0.24$ A,则灯泡的实际功率为 $P=UI=0.11$ W。

12. (1)20.5(20.3～20.6 均可,1 分)　(2)6.0(1 分)　(3)①红(1 分)　②500(2 分)　③5.0(2 分)　等于(2 分)

【解析】(1)测量电路两电压时,选用直流 50 V 量程,读数时要读中间的刻度盘,最小刻度为 1 V,则该电路两端电压为 20.5 V。

(2)测量电路的电流时,选择开关处在电流“10 mA”挡,读数时要读中间的刻度盘,最小刻度为 0.2 mA,被测电流的值为 6.0 mA。

(3)①电流从欧姆表的红表笔流入欧姆表,从毫安表的“—”接线柱流出毫安表,所以毫安表的“—”接线柱要与欧姆表的红表笔相连;②设欧姆表表头 G 的量程为 I_g,由题意可得$\frac{4}{5}I_g=400$ mA,解得欧姆表表头 G 的量程为 $I_g=500$ mA;③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 $E=k=\frac{12}{2.4}$ V=5 V,根据实验原理可知因未引入由于电表内阻而产生的系统误差,则有 $E_{真}=I(R+R_A+r)$,可得 $R=\frac{E_{真}}{I}-R_A-r$,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. $\frac{8\pi l}{9v}$或$\frac{4\pi l}{3v}$

【解析】若粒子为正电荷,由几何关系得

$r_1+r_1\cos 60^\circ=l$　　(1 分)

解得 $r_1=\frac{2}{3}l$　　(1 分)

由几何关系得粒子转过的圆心角为 $\theta=\frac{4}{3}\pi$　　(1 分)

所以粒子在磁场中运动的时间为

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

若粒子为负电荷,由几何关系

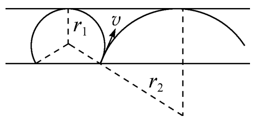
$r_2-r_2\cos 60^\circ=l$　　(1 分)

解得 $r_2=2l$ （1分）

由几何关系得粒子转过的圆心角为 $\theta=\frac{2}{3}\pi$ （1分）

所以粒子在磁场中运动的时间为

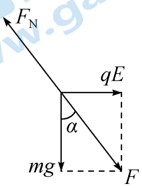
$$t_2=\frac{\frac{1}{3}\times 2\pi r_2}{v}=\frac{4\pi l}{3v}$$ （2分）



14.（1）$\frac{3mg}{4q}$ （2）$-\frac{3mg}{10}\sqrt{5gR}$ （3）$\frac{15}{2}mg$

【解析】（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，如图所示，有 $\tan\alpha=\frac{qE}{mg}$ （2分）

解得 $E=\frac{3mg}{4q}$ （1分）



（2）小球到达 C 点时受重力和电场力作用，合力的大小为 F

$\cos\alpha=\frac{mg}{F}$ （1分）

设小球到达 C 点时的速度大小为 v_C，由牛顿第二定律得

$F=m\frac{v_C^2}{R}$ （2分）

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

$P=qE\cdot v_C\cos 143°$ （1分）

解得 $P=-\frac{3mg}{10}\sqrt{5gR}$ （1分）

（3）在 B 点，重力和电场力的合力 F 沿 OB 方向背离圆心，小球对圆弧轨道的压力最大。B 到 C 过程，由动能定理得

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

在 B 点，由牛顿第二定律得

$F_{NB}-F=m\frac{v_B^2}{R}$ （2分）

解得 $F_{NB}=\frac{15}{2}mg$ （1分）

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

$F_{压}=F_{NB}=\frac{15}{2}mg$ （1分）

15.（1）$\frac{mg}{2x_0}$ （2）$3mg$ （3）$6.5x_0$

【解析】（1）根据物体平衡条件得

$kx_0=mg\sin\theta$ （1分）

解得弹簧的劲度系数 $k=\frac{mg}{2x_0}$ （1分）

（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 $F_{弹}=mg\sin\theta$，对 A、B，回复力最大，$F_{回}=3mg\sin\theta$ （1分）

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 $F_{回}=3mg\sin\theta$，此时物体 C 对挡板 D 的压力最大

对物体 A、B 有，$F''_{弹}-2mg\sin\theta=3mg\sin\theta$ （1分）

则弹簧弹力 $F''_{弹}=5mg\sin\theta$ （1分）

对物体 C，设挡板 D 对物体 C 的弹力为 F_N，则

$F_N=5mg\sin\theta+mg\sin\theta=3mg$ （1分）

挡板 D 对 C 支持力的最大值为 $3mg$ （1分）

（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

$mgx\sin\theta=\frac{1}{2}mv_1^2$

解得 $v_1=\sqrt{gx}$ （1分）

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 $v_2=\frac{1}{2}v_1$ （1分）

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

$\frac{1}{2}(m+m)v_2^2+E_p=\frac{1}{2}(m+m)v^2+(m+m)gx_0\sin\theta$

（1分）

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

$\frac{1}{2}mv^2=mgx_1\sin\theta$ （1分）

解得 $x_1=1.5x_0$ （1分）

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

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

解得 $E_p=\frac{1}{4}mgx_0$ （1分）

解得 $x=9x_0$ （1分）

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

（1分）