

# 炎德·英才大联考雅礼中学 2024 届高三月考试卷(四)

## 物理参考答案

### 一、单选题(24分)

题号	1	2	3	4	5	6
答案	A	B	D	D	C	C

1. A 【解析】AB. 公仔头部上升的过程中,开始时弹簧向上的弹力大于重力,合力方向向上,加速度向上,加速度减小,当弹力等于重力时加速度减为零,速度最大,之后重力大于弹力,合力向下,且弹力继续减小,合力增大,加速度增大,故 A 正确,B 错误;C. 弹簧弹力和重力对公仔头部同时做功,所以公仔头部的机械能不守恒,故 C 错误;D. 公仔头部上升过程中,取向上为正方向,因为初末速度为零,根据动能定理有  $W_{\text{弹}} - mgh = 0$ ,则弹簧弹力对头部所做的功为  $W_{\text{弹}} = mgh \neq 0$ ,故 D 错误。故选 A。
2. B 【解析】A. 通过线圈的磁通量变化量与匝数无关,  $\Delta\Phi = B_0 S - 0$ ,故 A 错误;BC. 线圈内磁通量向里增加,根据楞次定律可知线圈中感应电流方向为逆时针;根据左手定则可知,AB 边受安培力方向向左,故 B 正确,C 错误;D. 线圈内磁通量增加,根据楞次定律可知线圈有收缩的趋势,故 D 错误。答案选 B。

3. D 【解析】A. 带电粒子在回旋加速器中,最大轨道半径  $R = \frac{mv}{qB}$ ,最大动能为  $E_{\text{km}} = \frac{q^2 B^2 R^2}{2m}$ ,与加速电压无关,A 错误;

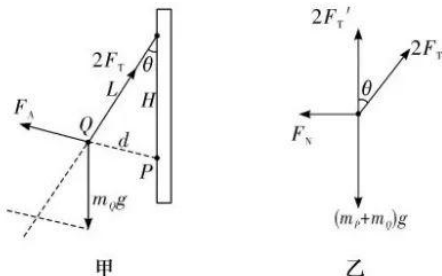
B. 经过质谱仪的速度选择器区域的粒子速度  $v$  都相同,经过偏转磁场时击中光屏同一位置的粒子轨道半径  $R$  相同,有  $R = \frac{mv}{qB}$ ,所以不改变质谱仪各区域的电场磁场时击中光屏同一位置的粒子比荷相同,但不一定是相同的粒子,故 B 错误;

C. 假设该霍尔元件是正电荷导电,根据左手定则可判断正电荷受到的洛伦兹力方向指向 N 侧,所以 N 侧带正电,电势高,  $U_{MN} < 0$ ,不满足条件,C 错误;

D. 经过电流流量计的带电粒子受到洛伦兹力的作用会向前后两个金属侧面偏转,在前后两个侧面之间产生电场,当带电粒子受到的电场力与洛伦兹力相等时稳定,有  $qvB = \frac{U}{b}q$ ,  $Q = Sv = bcv$ ,故  $U = \frac{QB}{c}$ ,故前后两个金属侧面的电压与  $a, b$  无关,D 正确。答案选 D。

4. D 【解析】A. 由题意可知,两棒互相排斥,则电流方向相反, A 错误;

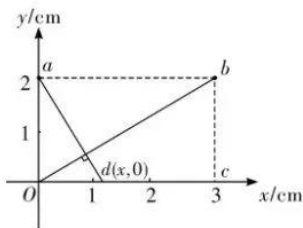
B. 如图甲所示,对导体棒 Q 受力分析。记 PQ 距离为  $d$ ,AQ 距离为  $L$ ,AP 距离为  $H$ ,由三力平衡知,  $\frac{m_Q g}{H} = \frac{2F_T}{L} = \frac{F_A}{d}$ ,故悬挂 Q 的细线拉力  $F_T$  大小不变,B 错误;



C. 如图乙所示,将两根导体棒视为整体受力分析,设悬挂 Q 的细线与竖直方向的夹角为  $\theta$ ,则有  $2F_T' + 2F_T \cos \theta = (m_Q + m_P)g$ ,由于  $\theta$  逐渐减小,故悬挂 P 的细线拉力  $F_T'$  逐渐减小,C 错误;

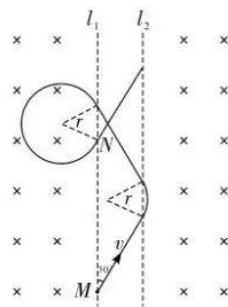
D. 导体棒 P 在导体棒 Q 处产生的磁场磁感应强度  $B = k \frac{I_P}{d}$ ,故导体棒 Q 受到的安培力  $F_A = I_Q B L_Q$ ,得  $F_A = k \frac{I_P I_Q L_Q}{d} \propto \frac{I_P}{d}$ ,而  $F_A = \frac{m_Q g}{H} d \propto \frac{I_P}{d}$ ,故  $\frac{I_P}{d} \propto d$ ,  $d \propto \sqrt{I_P}$ ,故 P 中的电流减为初始的四分之一时两导体棒的距离减半,D 正确。故选 D。

5. C 【解析】  $\varphi_0 = 1 \text{ V}$ ,故  $\varphi_0 < \varphi_a < \varphi_b$ ,Oa 间必存在一点  $d(x, 0)$  使得  $\varphi_d = \varphi_0 = 5 \text{ V}$ ,因此  $\frac{U_{ad}}{U_{d0}} = \frac{3-x}{x} = \frac{5}{4}$ ,解得  $x = \frac{4}{3} \text{ cm}$ ,故 ad 与 bO 垂直,所以电场线由 b 指向 O,  $E = \frac{U_{b0}}{bO} = \sqrt{13} \text{ V/cm}$ ,故选 C。



物理参考答案(雅礼版) - 1

6. C 【解析】A. 粒子的运动轨迹如图所示,由几何关系和周期性可知,N点必在M点上方  $2\sqrt{3}nd$  处(其中  $n=1,2,3,\dots$ );  
 B. 若将粒子在M点时的初速度变大,只会改变粒子在磁场中运动的轨迹半径,每完成一次周期运动,就会经过M点上方距离M点  $2\sqrt{3}nd$  的点,因此粒子仍经过N点;  
 C. 若将粒子初速度方向改为与  $l_1$  夹  $60^\circ$  角斜向右上方,则粒子必定经过M点上方距离M点  $\frac{2\sqrt{3}kd}{3}$  的所  
 有点(其中  $k=1,2,3,\dots$ ),这些点包括N点,故粒子一定经过N点;  
 D. 若将粒子换成带电量为  $-q$  的粒子(初速度不变),则粒子在磁场中的旋向变化,但是每完成一次周期运动,就会经过M点上方距离M点  $2\sqrt{3}nd$  的点,因此粒子仍经过N点。综上,C选项说法错误,答案选C。



二、多选题(20分)

题号	7	8	9	10
答案	AB	BCD	AC	AC

7. AB 【解析】A. 进入磁场时磁通量随时间的变化率为  $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = BLv$ , 经过两磁场交界处时  $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -2BLv$ , A 正确;  
 B. 进入磁场时感应电流  $I_1 = \frac{BLv}{R}$ , 经过两磁场交界处时感应电流  $I_2 = -\frac{2BLv}{R}$ , B 正确;  
 CD. 经过两磁场交界处时,回路中的电流为刚进入磁场时的2倍,并且左右两边都受到向左的安培力,因此在中间时,安培力是在两端时的4倍,导体线框的发热功率  $P$  也是在两端的4倍,C、D都错误,故选AB。  
 8. BCD 【解析】A. 将地球看作两部分,一部分是以O为球心  $x$  为半径的“小球”,另一部分即剩余的球壳,球壳对C点处的列车引力为0,故只需要考虑C点以下的“小球”对列车的引力,由万有引力定律,  $F = \frac{G \frac{x^3}{R^3} Mm}{x^2} = \frac{GMmx}{R^3} = \frac{gR^2 mx}{R^3} = \frac{mgx}{R}$ , A 错误;  
 B. 由于列车受到的合力与偏离O点的距离成正比,且方向与偏离O点的方向相反,故完全无动力运行时列车在隧道内做简谐振动, B 正确;  
 C. 列车在O点时速度最大,研究列车从A到O的过程,由动能定理,  $\frac{1}{2}mv_0^2 - 0 = \frac{0+mg}{2}R$ , 故  $v_0 = \sqrt{gR}$ , C 正确;  
 D. 列车从A到O的过程做加速度减小的加速运动,平均速度大于  $\frac{\sqrt{gR}}{2}$ , 运动时间小于  $2\sqrt{\frac{R}{g}}$ , 故列车通过隧道的的时间小于  $4\sqrt{\frac{R}{g}}$ , D 正确。答案选BCD。  
 9. AC 【解析】AB. 将  $R_p$  的滑片向下滑动时,  $R_p$  减小,回路总电阻减小,干路电流增大,电源内阻分压增大,路端电压  $U_1$  减小,故  $I_1 = \frac{U_1}{R_1}$  减小,而干路电流增大,故  $I_2$  增大,且比  $I_1$  增大的更多,故  $\Delta I_2 > \Delta I_1$ ,  $U_2 = I_2 R_2$  增大,故 A 正确, B 错误;  
 C. 将电源和  $R_1$  等效为新电源,新电源内阻  $r' = \frac{R_1 r}{R_1 + r}$ , 则  $\frac{\Delta U_1}{\Delta I_2} = \frac{R_1 r}{R_1 + r}$ , 而  $\frac{\Delta U_2}{\Delta I_2} = R_2$ , 故  $\frac{\Delta U_1}{\Delta U_2} = \frac{R_1 r}{(R_1 + r) R_2}$ , C 正确;  
 D. 将电源、 $R_1$  和  $R_2$  等效为新电源,新电源内阻  $r'' = \frac{R_1 r}{R_1 + r} + R_2 > R_p$ , 故  $R_p$  减小时其功率减小, D 错误。故选 AC。  
 10. AC 【解析】A. 设粒子在磁场中的速率为  $v$ , 半径为  $R$ , 由动能定理, 有  $qEd = \frac{1}{2}mv^2$ , 洛伦兹力充当向心力, 有  $Bqv = \frac{mv^2}{R}$ , 由几何关系可得  $R = d$ , 综上,  $E = \frac{B^2 qd}{2m}$ , 故 A 正确;  
 B. 粒子在电场中的运动时间为  $t_1 = \frac{d}{v} = \frac{2m}{qB}$ , 在磁场中的运动时间为  $t_2 = \frac{\pi m}{2qB}$ , 粒子从O运动到P的时间为  $t = \frac{(\pi+4)m}{2qB}$ , B 错误;  
 CD. 将粒子从M到N的过程中某时刻的速度分解为向右和向下的分量  $v_x, v_y$ , 再把粒子受到的洛伦兹力分别沿水平方向和竖直方向分解, 两个洛伦兹力分量分别为  $F_x = Bqv_y, F_y = Bqv_x$ . 设粒子在最低点N的速度大小为  $v$ , MN的竖直距离为  $y$ . 水平方向由动量定理可得  $mv - 0 = \sum qBv_y \Delta t = qBy$ , 由动能定理可得  $qEy = \frac{1}{2}mv^2 - 0$ , 结合  $E = \frac{B^2 qd}{2m}$ , 解得  $v = \frac{Bqd}{m}, y = d$ , 故 C 正确, D 错误。答案选 AC。

三、实验题(16分)

11. (每空1分,共5分)

(1) > (2) = (3) A (4) A (5)  $\frac{m_a}{\sqrt{y_2}} = \frac{m_a}{\sqrt{y_3}} + \frac{m_b}{\sqrt{y_1}}$

物理参考答案(雅礼版) - 2

【解析】(1)为防止两球碰撞后入射球反弹,入射球的质量应大于被碰球的质量,即  $m_a > m_b$ ;

(2)为使两球对心碰撞,入射球与被碰球的半径应相同,即  $r_a = r_b$ ;

(3)根据题意可知,碰后小球  $b$  速度最大,下落距离最小,所以落点为  $A$ ;

(4)碰撞前入射球  $a$  的速度大小  $v_0 = L\sqrt{\frac{g}{2y_2}}$ ,碰撞后入射球的速度大小  $v_1 = L\sqrt{\frac{g}{2y_3}}$ ,碰撞后被碰球的速度  $v_2 = x\sqrt{\frac{g}{2y_1}}$ ,两球碰撞过程系统动量守恒,有  $m_a v_0 = m_a v_1 + m_b v_2$ ,整理得  $\frac{m_a}{\sqrt{y_2}} = \frac{m_a}{\sqrt{y_3}} + \frac{m_b}{\sqrt{y_1}}$ ,所以还需测量小球  $a$  和  $b$  的质量  $m_a$ 、 $m_b$ ,故选  $A$ ;

(5)由(4)中分析知,验证两小球碰撞过程动量守恒,表达式为  $\frac{m_a}{\sqrt{y_2}} = \frac{m_a}{\sqrt{y_3}} + \frac{m_b}{\sqrt{y_1}}$ 。

12. (10分)

(1)2(1分) (2)断开(1分) (3)1491(2分) 127.5(2分) (4)0.75(2分) (5)260(2分)

【解析】(1)根据图甲电路可知,电流从表笔2流出电表,从表笔1流入,可知2表笔是黑表笔。

(2)欧姆表的内阻  $R_{\text{内}} = \frac{E}{I_g}$ ,由于低倍率内部总电阻小于高倍率内部总电阻,即电流表  $G$  满偏时干路电流越小,倍率越高,因此,电路中开关  $K$  断开时对应高倍率。

(3)根据上述可知,使用“ $\times 100$ ”挡位时,开关断开,回路的总电阻为  $R_{\text{总}} = r + R_{\text{内}} + R = 1500 \Omega$ ,  $R = 1491 \Omega$ ;使用“ $\times 10$ ”挡位时,开关闭合,回路的总电阻为  $R_{\text{总}}' = 150 \Omega$ ,根据闭合电路欧姆定律得干路电流为  $I = \frac{E}{R_{\text{总}}'} = \frac{1.5}{150} \text{ A} = 10 \text{ mA}$ ,流过  $R_0$  上电流为  $I_0 = I - I_g = 9 \text{ mA}$ ,根据并联电路电阻与电流成反比得  $\frac{R_0}{R + R_{\text{内}}} = \frac{I_g}{I_0}$ ,解得可调电阻  $R$  的值为  $R = 127.5 \Omega$ 。

(4)使用“ $\times 10$ ”挡位测量,指针在欧姆表刻度盘上指“5”时  $R_x = 50 \Omega$ ,根据闭合电路欧姆定律得干路电流为  $I = \frac{E}{R_x + R_{\text{内}}'} = \frac{1.5}{50 + 150} \text{ A} = 7.5 \text{ mA}$ ,此时电流表  $G$  上通过的电流为  $\frac{1}{10} I = 0.75 \text{ mA}$ 。

(5)电池电动势降低后重新欧姆调零再使用欧姆表,使用时  $\frac{R_{\text{测}}}{R_{\text{内}}} = \frac{E'}{E}$ ,故  $R_{\text{测}} = 260 \Omega$ 。

四、解答题(41分)

13. (10分)【解析】(1)弹性绳中弹力为

$$F = k \cdot |BN| \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

水平方向

$$F \cos 60^\circ = F_N \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

又

$$F_f = \mu F_N \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

综上可得

$$F_f = \mu k L \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

(2)设小球向下运动过程中位移为  $x$  时小球在  $C$  点,  $BC$  与水平方向夹角为  $\theta$ ,则弹性绳中张力为

$$F = k \cdot |BC| \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

水平方向

$$F \cos \theta = F_N \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

竖直方向

$$mg - F \sin \theta - F_f = ma \dots\dots\dots (2 \text{分})$$

又

$$F_f = \mu F_N \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

综上得

$$a = g - \frac{k(x + \mu L)}{m} \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

14. (14分)【解析】(1)导体棒  $Q$  恰好要向上滑动,故

$$IBL = mg(\sin \theta + \mu \cos \theta) \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

其中

$$I = \frac{E}{2R} \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

又有

$$E = BLv \dots\dots\dots (1 \text{分})$$



综上解得

$$v=2 \text{ m/s} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

(2) 设该过程中导体棒  $P$  的位移为  $x$ , 由于回路中只有感应电动势, 故通过导体棒  $P$  的电荷量

$$q=\frac{BLx}{2R} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

导体棒  $P$  做匀加速直线运动, 故

$$v^2-0=2ax \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

综上解得

$$q=0.5 \text{ C} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

进一步, 对导体棒列动量定理, 有

$$I_F - mg(\sin \theta + \mu \cos \theta)t - I_A = mv - 0 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

其中

$$t=\frac{v}{a}$$

安培力的冲量大小

$$I_A = \sum IBL \Delta t = BLq \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

综上可得

$$I_F = 1.7 \text{ N} \cdot \text{s} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

(3) 对导体棒  $P$  列动能定理, 有

$$W_F - mg(\sin \theta + \mu \cos \theta)x - W_A = \frac{1}{2}mv^2 - 0 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

其中

$$W_A = Q_{\text{总}} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

回路产生的总焦耳热为

$$Q_{\text{总}} = 2Q_P \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

综上可得

$$W_F = 1.86 \text{ J} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

15. (17分)【解析】(1) 设该粒子的轨迹半径为  $r_1$ , 轨迹如图所示, 由几何关系, 有

$$(2R - r_1)^2 = r_1^2 + R^2 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

解得

$$r_1 = \frac{3}{4}R \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

又

$$qv_1 B = \frac{mv_1^2}{r_1} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

解得

$$v_1 = \frac{3}{4}kBR \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

(2) 设该粒子的轨迹半径为  $r_2$ , 轨迹如图所示, 由余弦定理, 有

$$(2R - r_2)^2 = r_2^2 + R^2 - 2Rr_2 \cos 60^\circ \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

解得

$$r_2 = R \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

又

$$qv_2 B = \frac{mv_2^2}{r_2} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

解得

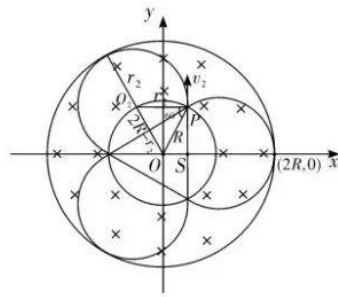
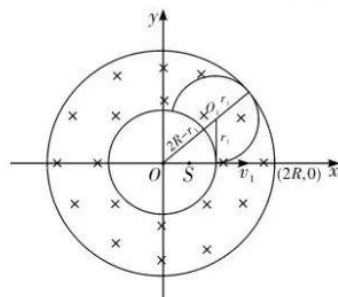
$$v_2 = kBR \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

粒子运动的轨迹如图所示, 回到粒子源位置的时间为

$$t = 3\left(\frac{4\pi m}{3qB} + \frac{\sqrt{3}R}{v_2}\right)$$

整理得

$$t = \frac{4\pi + 3\sqrt{3}}{kB} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$



(3) 所有粒子的速度都为  $v_3 = \frac{6}{7}kBR$ , 故粒子的轨迹半径都为  $r_3 = \frac{6}{7}R$ , 由(1)、(2)中的分析可知, 这些粒子必定只有部分能被磁场束缚。不妨假设从粒子源出射方向与  $x$  轴正方向成  $\theta$  角的粒子刚好能够不离开磁场, 如图所示。该粒子射入磁场的位置记为  $Q$ , 轨迹弧的圆心记为  $O_3$ , 记  $\angle OQS = \alpha$ ,  $\angle OQO_3 = \beta$ , 由余弦定理, 有

$$\cos \beta = \frac{\left(\frac{6}{7}R\right)^2 + R^2 - \left(\frac{8}{7}R\right)^2}{2R \cdot \frac{6}{7}R} = \frac{1}{4} = \sin \alpha \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

由正弦定理

$$\frac{\frac{R}{2}}{\sin \alpha} = \frac{R}{\sin(\pi - \theta)} \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

得

$$\sin \theta = 2 \sin \alpha = \frac{1}{2}$$

故

$$\theta = 30^\circ \text{ 或 } 150^\circ \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

由此可知, 当带电粒子的发射方向角  $\theta$  介于  $30^\circ \sim 150^\circ$  之间时, 粒子无法离开磁场, 占比  $\frac{150^\circ - 30^\circ}{360^\circ} = \frac{1}{3}$

$$\eta \approx 33.3\% \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

进一步分析, 调整磁场的磁感应强度为  $B'$  以实现上述粒子的全部约束, 则只需保证最易离开的粒子无法离开即可。朝  $y$  轴负方向向下发射的粒子最易离开磁场, 不妨假设该粒子刚好不离开磁场, 轨迹半径为  $r_4$ , 如图所示, 由几何关系, 有

$$(2R - r_4)^2 = r_4^2 + R^2 - 2Rr_4 \cos 120^\circ \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

解得

$$r_4 = \frac{3}{5}R \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

而

$$qv_3 B' = \frac{mv_3^2}{r_4}$$

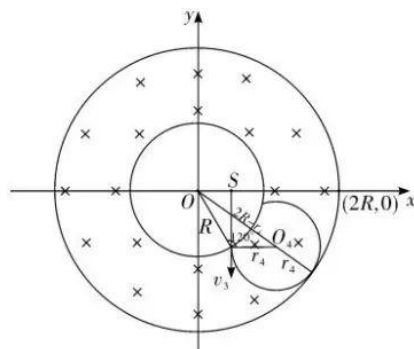
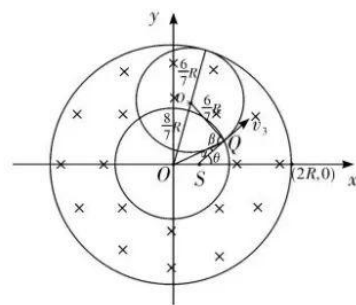
故

$$r_4 = \frac{mv_3}{kB'}$$

解得

$$B' = \frac{10}{7}B \dots\dots\dots (1 \text{分})$$

综上, 调整磁场前  $\eta \approx 33.3\%$  的粒子被束缚在磁场内, 至少调整磁场为  $B' = \frac{10}{7}B$  后可以实现全部粒子的约束。



## 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](http://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**。

