

物理答案

一、选择题 I (共 13 小题, 每小题 3 分, 共 39 分)

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	C	D	B	D	C	B	D	B	B	B
题号	11	12	13							
答案	B	D	B							

二、选择题 II (共 3 小题, 每小题 2 分, 共 6 分)

题号	14	15	16		
答案	CD	BD	BC		

1. 【答案】电流和电动势为标量, B、D 错; 速度单位中小时为常用单位, A 错; 电场强度为矢量且单位为国际制单位, C 对。

2. 【答案】“全长 379 公里”指路程, A 错; “时速 160 公里”指瞬时速度, B 错; “5 小时 17 分钟”指时间, C 错; 在研究运行时间时, 火车的大小和形状忽略, 可以看成质点, D 对。

3. 【答案】如吉他和人的接触面倾斜, 就将受到摩擦力的作用, A 错; 吉他受到重力与人对其作用力平衡, 人对其作用力方向一定沿竖直向上, 反作用力沿竖直方向向下, B 对; 吉他对头顶的压力与重力的性质不同, 不是同一个力, C 错; 地面对人的支持力与人和吉他的总重力是一对平衡力, D 错。

4. 【答案】由轨迹能判断粒子大致的受力方向, 但电场线的方向未知, 不能确定电性, 同时也不能判断电势高低, A、C 错; 运动轨迹与粒子从何处进入电场是无关系的, B 错; 若粒子先经过 M 点再经过 N 点, 电场力做正功, 电势能减小, 粒子在 M 点电势能比 N 点大, 反之亦然, D 对。

5. 【答案】输电线上功率损失为 $P_{\text{线}} = \left(\frac{P}{U}\right)^2 r$, 比值为 $2.5 \times 10^3 : 1$, A 错; 升压后副线圈一端为 11kV, 比值为 1:1, B 错; $P_{\text{线}} = \left(\frac{P}{U}\right)^2 \rho \frac{l}{S}$ 知 $2.5 \times 10^3 : 1$, C 对; 升压后副线圈一端为 11kV, 比值为 1:1, D 错。

6. 【答案】由 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi}{T^2} r$, 得轨道半径之比 100 倍, 线速度之比 1:10, B 对; 由 $F = G \frac{Mm}{r^2}$, 知引力之比 1:5000, D 错; 由于木星和飞马座 51b 的半径未知, 故表面重力加速度和密度之比未知, A、C 错。

7. 【答案】只将 R_1 的滑片向右移, 极板间电场强度增大, 电子将击中 P 点下方一点, A 错; 只将 R_2 的滑片向右移, 对电场强度不产生影响, 仍击中 P 点, B 错; 断开开关 k_1 , 上极板向上移一小段距离, 电场强度为零, 将沿水平方向运动, C 错; 断开开关 k_2 , 上极板向上移一小段距离, 电场强度不变, 仍击中 P 点, D 对。

8. 【答案】由于电磁感应, 永久磁铁将在铝制速度盘中产生涡流, 涡流在永久磁铁磁场的驱动下, 使指针产生偏转, 因此主动轴的转速一定比指针转速大, 且电流是涡流, A、C 错, 安培力作用使指针偏转, D 错; 因倒车时安培力反向作用, 指针仍指在左侧零刻度, B 对。

9. 【答案】车站的安检设备是 X 射线的应用, A 错; α 射线的电离能力最强, B 对; 只有等于两能级差的光子才能被氢原子吸收并发生跃迁, C 错; 光的波动性不是光子之间的相互作用引起的, 而是光子自身固有的性质。D 错。

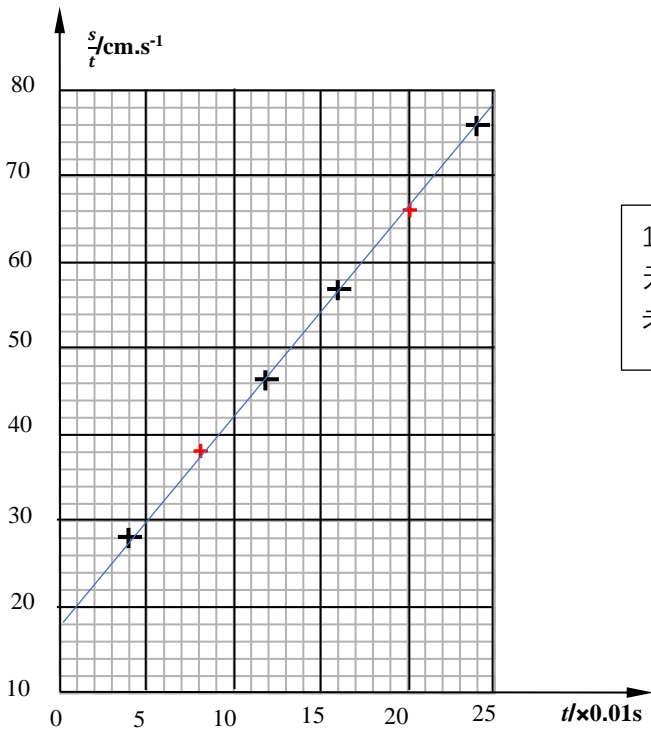
10. 【答案】导线 D 在中心产生的磁场 $B_D = k \frac{2\sqrt{2}I_0}{L}$ $F_D = 2\sqrt{2}kI_0^2$ CD 向上的合力 $F_1 = \sqrt{2}F_D = 4kI_0^2$, 同理, 向下的合力 $F_2 = 2kI_0^2$, $G = F_1 - F_2 = 2kI_0^2$, A 错, B 对; 导体棒电流加倍, 向上的力更大, 不能静止, C 错; 导线 A、B、C、D 中的电流同时加倍, 向上的力更大, 不能静止, D 错。

11. 【答案】合力方向与速度方向垂直时，小球的动能最小，由题意知合力与竖直方向夹角为 37° ，可知当速度方向与水平夹角 37° 时，小球的动能最小，B 正确。
12. 【答案】两束光是竖直出射和经反光壁反射后出射的光，在 O' 处，入射角为 30° ，由折射定律，得 \sin ，得 $\theta=37^\circ$ ，A 错；绿光对液体的偏折程度更大，角度将大于 θ ，B 错；置于 B 点后，因入射角增大，因此红光和绿光的夹角均大于 θ ，C 错，D 对。
13. 【答案】因弹簧对小球先做正功再做负功，小球机械能先增大后减小，A、C 两点的机械能相等，A 错；在 AB 段之间的某点重力功率等于弹力功率，此时速度最大，B 对；AB、BC 段长度相等，但 AB 段平均速度大，时间短，C 错；AC 过程中， $mg2h=\frac{1}{2}mv_0^2$ ，AB 段 $E_{pm}-mgh=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_0^2$ 得 $E_{pm}=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{4}mv_0^2$ ，D 错。
14. 【答案】因波沿 x 轴正方向传播，故最远点质点的运动沿 y 轴负方向，波源 O 的起振方向为沿 y 轴负方向，A 错；P、Q 可能分别处于 x 轴的上下方，位移的方向不同，B 错；当波再传 $2\frac{1}{3}m$ 时，P 点第一次处于 x 轴上方 4cm 处，此时 Q 处于 x 轴下方 4cm 处，C 对；当波刚传到 $x=14m$ 位置时，P、Q 分别经过路程 2A 和 4A，即 16cm 和 32cm，D 对。
15. 【答案】反应方程式为 ${}^1_0n+{}^{24}_{12}\text{Mg}\rightarrow{}^{24}_{11}\text{Na}+{}^1_1\text{P}$ ，A 错；由题意知， ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ 俘获中子后，生成的 ${}^{25}_{12}\text{Mg}$ 具有放射性，B 对；反应前后生成物质量增加 0.0051u，将吸收能量 4.75065MeV，C 错；D 对。
16. 【答案】开关 S 打到 1 时，在光电管中加了正向电压，到达 A 极板的电子最大动能是电子逸出 K 极板的最大初动能和电场做功之和，而 10.5eV 是电子的最大初动能，A 错；开关 S 打到 2 时，加了反向电压，遏止是最大初动能除以电子电荷量，B 对；只要满足光子能量大于逸出功，就能发生光电效应，氢原子处于 $n=4$ 激发态，有 4-1, 3-1, 2-1, 4-2 种频率的光子能使之发生光电效应，C 对；若 S 打到 2，反向电压足够大时，回路中将没有电流，D 错。

三、非选择题（本题共 6 小题，共 55 分）

17. (7 分)

- (1) 甲和乙 1 分
 (2) 甲 1 分
 (3) 甲 1 分



17 题因分值有限，画图
无法分配到分数，请评卷
老师斟酌

第 17 题图 3

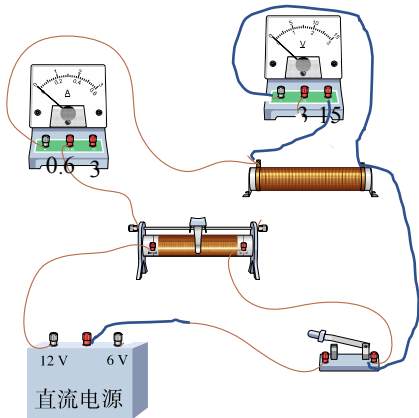
(4) $S_2 = 2.96 - 2.99$ cm, $S_5 = 13.20 - 13.22$ cm。 2 分

(5) 0.17—0.19。 4.7-4.9 2 分

18. (7 分)

(1) ① 直流电源、滑线变阻器、电压表 3 分

②图 2 分



第 18 题图 2

(2) A B 各 1 分，共 2 分

19. 【答案】(1)汽车在刹车区域受到的水平作用力大, $F=ma_2=350\text{N}$2 分

(2)警报区域到刹车区域速度为 v_1 ,

$$\frac{v_0 - v_1}{a_1} = \frac{v_1}{a_2} \text{ 得 } v_1 = 7\text{m/s} \dots\dots 2 \text{ 分}$$

$$t_1 = t_2 = 1\text{s} \dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$S = \frac{1}{2}(v_0 + v_1)t_1 + \frac{1}{2}v_1 t_2 + 0.5 = 12\text{m} \dots\dots 2 \text{ 分}$$

(3) $v = \frac{S-0.75}{t_1+t_2} = 5.625 \text{ m/s} \dots\dots 2 \text{ 分}$

20.(12分)解 (1) $F_N = 0, v_F = 0$ 1分 ①

$mg(H - R) - mg\mu L_{BC} = 0$ 1分 ②

$H = \mu L_{BC} + R = 0.4\text{m}$ 1分 ②

(2)设滑块 P 碰前速度为 v_0 , $v_E^2 = gR$ 1分
 $\frac{1}{2}mv_0^2 = 2Rmg + \frac{1}{2}mv_E^2$ 1分 ③

$v_0^2 = 5Rg$ ④

碰后共同速度为 v
 $mv_0 = 2mv, v = \frac{v_0}{2}$ 1分 ⑤

弹簧原长处 P、Q 分离, 分离后 P 和 Q 的动能均为 $E_{KP} = \frac{1}{4} \times \frac{1}{2}mv_0^2$
 分离后弹簧和滑块 Q 系统的机械能 $E = \frac{1}{4} \times \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{5}{8}Rg = \frac{5}{4}\text{J}$ 1分 ⑥

(3)碰后滑块 P 恰到 G 点, 有 $\frac{1}{2}mv'^2 = Rmg$ ⑦

同题 (2), 有碰前 P 的动能 $\frac{1}{2}mv_0'^2 = 4mRg$

$mgH_{min} - \mu mgL_{BC} = \frac{1}{2}mv_0'^2$ ⑧

$H_{min} = \mu L_{BC} + 4R = 1\text{m}$ 2分 ⑨

P 不能第三次完成圆周运动, $\frac{1}{2}mv'^2 = 2Rmg + \frac{1}{2}mv_E^2 + 2mg\mu L_{BC}$ ⑩

$\frac{1}{2}mv_0'^2 = 4 \times \frac{1}{2}mv'^2$

$\frac{1}{2}mv_0'^2 = mgH_{max} - mg\mu L_{BC}$

$H_{max} = 10R + 9\mu L_{BC} = 3.8\text{m}$ 2分 ⑪

综上所述, 有 $1\text{m} < H < 3.8\text{m}$ 1分 ⑫

评分标准: 每式 1 分

21. (10分) 解

(1) $F = IB_1d = kI^2d$ 1分 ①

$a = \frac{kI^2d}{m}$ ②

$v = a\Delta t = \frac{kI^2d}{m}\Delta t$ 2分 ③

(2)当弹丸位移为 x 时回路的磁通量

$\varphi = B_2dx$ 1分 ④

回路电动势 $E = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = 2kId \frac{\Delta x}{\Delta t} = 2kIdv$ 1分 ⑤

$E = \frac{2k^2I^3d^2}{m}t$ ($0 \leq t \leq \Delta t$) 1分 ⑥

(3)恒流源功率 $P = UI = EI = \frac{2k^2I^4d^2}{m}t$ 1分 ⑦

P 与时间成线性关系, 有 $W = \bar{P}t = \frac{k^2I^4d^2}{m}\Delta t^2$ 1分 ⑧

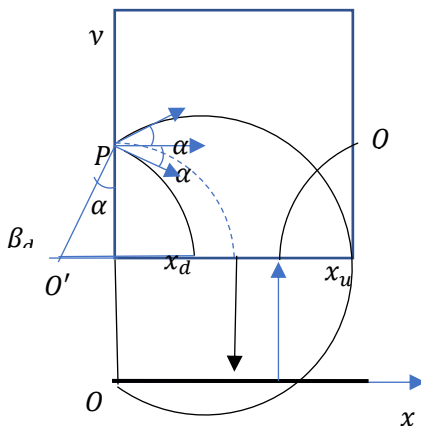
弹丸所获动能 $E_K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m \left(\frac{kI^2d}{m}\right)^2 \Delta t^2 = \frac{k^2I^4d^2}{2m}\Delta t^2$ 1分 ⑨

回路储存的磁能 $E_B = W - E_K = \frac{k^2I^4d^2}{2m}\Delta t^2$ 1分 ⑩

评分标准: 每式 1 分

22. (10分) 解: $qv_0B = \frac{mv_0^2}{R}$ ① 1分

$\frac{q}{m} = \frac{v_0}{RB} = 10^7 \text{ C/kg}$ ② 1分



(2) $R' = \frac{mv_0}{qB\cos\alpha} = \frac{R}{\cos\alpha}$ 1分

弦长: $L = 2R'\cos\alpha = 2R$

故离子均垂直磁场下边界射出

$x_u = R' + R'\sin\alpha$

③
④

$x_d = R' - R'\sin\alpha$

下方离子均能打在探测板上 1分

上方离子要打在探测板上, 需满足: $x_u = R' + R'\sin\alpha = 2R$ 1分

⑤

$1 + \sin\alpha = 2\cos\alpha$

$\alpha = 37^\circ$ 1分

$n = \frac{N}{2} + \frac{37}{2\alpha}N$ ($37^\circ < \alpha \leq 60^\circ$)

⑥

$n = N$ ($\alpha \leq 37^\circ$) 1分

⑦

(3) 设发射角为 θ 的离子恰好达不到探测器, 则有

$\frac{1}{2}m \frac{v_0^2}{\cos^2\theta} = EqR$ 1分

⑧

$\theta = 30^\circ$

⑨

即发射角 $\alpha < 30^\circ$ 的离子都能返回磁场, 从右边界射出, $n' = n$ 1分

发射角 $30^\circ < \alpha < 60^\circ$, $n' = \frac{30}{\alpha}N$ 1分

⑩

物理答案解析

1. 【答案】电流和电动势为标量, B、D 错; 速度单位中小时为常用单位, A 错; 电场强度为矢量且单位为国际制单位, C 对。

2. 【答案】“全长 379 公里”指路程, A 错; “时速 160 公里”指瞬时速度, B 错; “5 小时 17 分钟”指时间, C 错; 在研究运行时间时, 火车的大小和形状忽略, 可以看成质点, D 对。

3. 【答案】人和吉他作为整体, 受到地面向上的支持力与向下的重力处于静止状态, 不存在摩擦力, A 错; 吉他受到重力与人对其作用力平衡, 人对其作用力方向一定沿竖直向上, 反作用力沿竖直方向向下, B 对; 吉他对头顶的压力与重力的性质不同, 不是同一个力, C 错; 地面对人的支持力与人和吉他的总重力是一对平衡力, D 错。

4. 【答案】由轨迹能判断粒子大致的受力方向, 但电场线的方向未知, 不能确定电性, 同时也不能判断电势高低, A、C 错; 运动轨迹与粒子从何处进入电场是无关的, B 错; 若粒子先经过 M 点再经过 N 点, 电场力做正功, 电势能减小, M 点电势能比 N 点大, 反之亦然, D 对。

5. 【答案】输电线上功率损失为 $P_{\text{线}} = \left(\frac{P}{U}\right)^2 r$, 比值为 $2.5 \times 10^3:1$, A 错; 升压后副线圈一端为 11kV, 比值为 1:1, B 错; $P_{\text{线}} = \left(\frac{P}{U}\right)^2 \rho \frac{l}{S}$ 知 $2.5 \times 10^3:1$, C 对; 升压后副线圈一端为 11kV, 比值为 1:1, D 错。
6. 【答案】由 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi}{T^2} r$, 得轨道半径之比 100 倍, 线速度之比 1:10, B 对; 由 $F = G \frac{Mm}{r^2}$, 知引力之比 1:5000, D 错; 由于木星和飞马座 51b 的半径未知, 故表面重力加速度和密度之比未知, A、C 错。
7. 【答案】只将 R_1 的滑片向右移, 极板间电场强度增大, 电子将击中 P 点下方一点, A 错; 只将 R_2 的滑片向右移, 对电场强度不产生影响, 仍击中 P 点, B 错; 断开开关 k_1 , 上极板向上移一小段距离, 电场强度为零, 将沿水平方向运动, C 错; 断开开关 k_2 , 上极板向上移一小段距离, 电场强度不变, 仍击中 P 点, D 对。
8. 【答案】由于电磁感应, 永久磁铁将在铝制速度表中产生涡流, 涡流在永久磁铁磁场的驱动下, 使指针产生偏转, 因此主动轴的转速一定比指针转速大, 且电流是涡流, A、C 错, 安培力作用使指针偏转, D 错; 因倒车时安培力反向作用, 指针仍指在左侧零刻度, B 对。
9. 【答案】车站的安检设备是 X 射线的应用, A 错; α 射线的电离能力最强, B 对; 只有等于两能级差的光子才能被氢原子吸收并发生跃迁, C 错; 光的波动性不是光子之间的相互作用引起的, 而是光子自身固有的性质。D 错。
10. 【答案】导线 D 在中心产生的磁场 $B_D = k \frac{2\sqrt{2}I_0}{L}$ $F_D = 2\sqrt{2}kI_0^2$ CD 向上的合力 $F_1 = \sqrt{2}F_D = 4kI_0^2$, 同理, 向下的合力 $F_2 = 2kI_0^2$, $G = F_1 - F_2 = 2kI_0^2$, A 错, B 对; 导体棒电流加倍, 向上的力更大, 不能静止, C 错; 导线 A、B、C、D 中的电流同时加倍, 向上的力更大, 不能静止, D 错。
11. 【答案】合力方向与速度方向垂直时, 小球的动能最小, 由题意知合力与竖直方向夹角为 37° , 可知当速度方向与水平夹角 37° 时, 小球的动能最小, B 正确。
12. 【答案】两束光是竖直出射和经反光壁反射后出射的光, 在 O' 处, 入射角为 30° , 由折射定律, 得 $\sin \theta$, 得 $\theta = 37^\circ$, A 错; 绿光对液体的偏折程度更大, 角度将大于 θ , B 错; 置于 B 点后, 因入射角增大, 因此红光和绿光的夹角均大于 θ , C 错, D 对。
13. 【答案】因弹簧对小球先做正功再做负功, 小球机械能先增大后减小, A、C 两点的机械能相等, A 错; 在 AB 段之间的某点重力功率等于弹力功率, 此时速度最大, B 对; AB、BC 段长度相等, 但 AB 段平均速度大, 时间短, C 错; AC 过程中, $mg2h = \frac{1}{2}mv_0^2$, AB 段 $E_{\text{pm}} - mgh = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ 得 $E_{\text{pm}} = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{4}mv_0^2$, D 错。
14. 【答案】因波沿 x 轴正方向传播, 故最远点质点的运动沿 y 轴负方向, 波源 O 的起振方向为沿 y 轴负方向, A 错; P、Q 可能分别处于 x 轴的上下方, 位移的方向不同, B 错; 当波再传 $2\frac{1}{3}$ m 时, P 点第一次处于 x 轴上方 4cm 处, 此时 Q 处于 x 轴下方 4cm 处, C 对; 当波刚传到 $x = 14$ m 位置时, P、Q 分别经过路程 2A 和 4A, 即 16cm 和 32cm, D 对。
15. 【答案】反应方程式为 ${}_{0}^{1}n + {}_{12}^{24}\text{Mg} \rightarrow {}_{11}^{24}\text{Na} + {}_{1}^{1}\text{P}$, A 错; 由题意知, ${}_{12}^{24}\text{Mg}$ 俘获中子后, 生成的 ${}_{12}^{25}\text{Mg}$ 具有放射性, B 对; 反应前后生成物质量增加 0.0051u, 将吸收能量 4.75065MeV, C 错; D 对。
16. 【答案】开关 S 打到 1 时, 在光电管中加了正向电压, 到达 A 极板的电子最大动能是电子逸出 K 极板的最大初动能和电场做功之和, 而 10.5eV 是电子的最大初动能, A 错; 开关 S 打到 2 时, 加了反向电压, 遏止是最大初动能除以电子电荷量, B 对; 只要满足光子能量大于逸出功, 就能发生光电效应, 氢原子处于 $n=4$ 激发态, 有 4-1, 3-1, 2-1, 4-2 种频率的光子能使之发生光电效应, C 对; 若 S 打到 2, 反向电压足够大时, 回路中将没有电流, D 错。

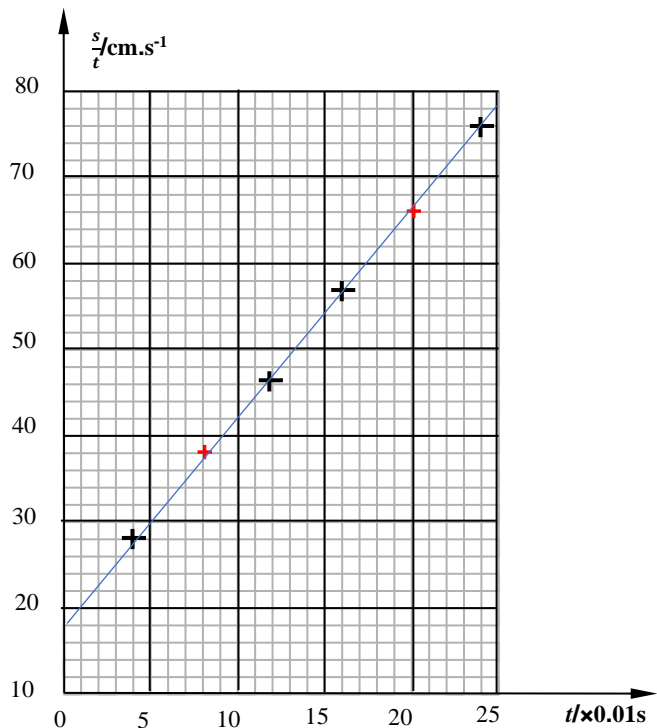
三、非选择题 (本题共 6 小题, 共 55 分)

17. (7 分)

(1) 甲和乙 1 分

(2) 甲 1 分

(3) 甲 1 分



第 17 题图 3

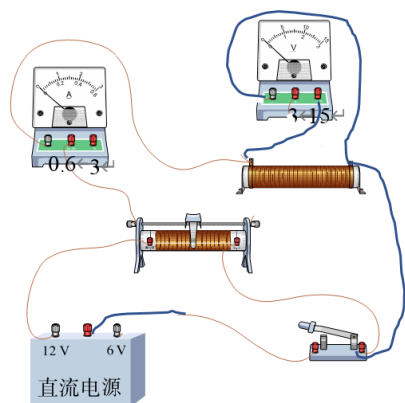
(4) $S_2 = 2.96-2.99$ cm, $S_5 = 13.20-13.22$ cm。 2 分

(5) 0.17—0.19. 4.7-4.9 2 分

18. (7 分)

(1) ① 直流电源、滑线变阻器、电压表 3 分

②图 2 分



第 18 题图 2

(2) A B 各1分, 共2分

20.(12分)解 (1) $F_N = 0, v_F = 0$ ①

$mg(H - R) - mg\mu L_{BC} = 0$
 $H = \mu L_{BC} + R = 0.4m$ ②

(2)设滑块 P 碰前速度为 v_0 , $v_E^2 = gR$ ③
 $\frac{1}{2}mv_0^2 = 2Rmg + \frac{1}{2}mv_E^2$

$v_0^2 = 5Rg$ ④

碰后共同速度为 v
 $mv_0 = 2mv, v = \frac{v_0}{2}$ ⑤

弹簧原长处 P、Q 分离, 分离后 P 和 Q 的动能均为 $E_{KP} = \frac{1}{4} \times \frac{1}{2}mv_0^2$

分离后弹簧和滑块 Q 的机械能 $E = \frac{1}{4} \times \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{5}{8}Rg = \frac{5}{4}J$ ⑥

(3)碰后滑块 P 恰到 G 点, 有 $\frac{1}{2}mv'^2 = Rmg$ ⑦

同题 (2), 有碰前 P 的动能 $\frac{1}{2}mv_0'^2 = 4mRg$

$mgH_{min} - \mu mgL_{BC} = \frac{1}{2}mv_0'^2$ ⑧

$H_{min} = \mu L_{BC} + 4R = 1m$ ⑨

P 不能第三次完成圆周运动, $\frac{1}{2}mv'^2 = 2Rmg + \frac{1}{2}mv_E^2 + 2mg\mu L_{BC}$ ⑩

$\frac{1}{2}mv_0'^2 = 4 \times \frac{1}{2}mv'^2$

$\frac{1}{2}mv_0'^2 = mgH_{max} - mg\mu L_{BC}$

$H_{max} = 10R + 9\mu L_{BC} = 3.8m$ ⑪

综上所述, 有 $1m < H < 3.8m$ ⑫

评分标准: 每式 1 分

21. (10分) 解

(1) $F = IB_1d = kl^2d$ ①

$a = \frac{kl^2d}{m}$ ②

$v = a\Delta t = \frac{kl^2d}{m}\Delta t$ ③

(2)当弹丸位移为 x 时回路的磁通量

$\varphi = B_2dx$ ④

回路电动势

$E = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = 2klI\frac{\Delta x}{\Delta t} = 2klIv$ ⑤

$E = \frac{2k^2I^3d^2}{m}t \quad (0 \leq t \leq \Delta t)$ ⑥

(3)恒流源功率

$P = UI = EI = \frac{2k^2I^4d^2}{m}t$ ⑦

P 与时间成线性关系, 有

$W = \bar{P}t = \frac{k^2I^4d^2}{m}\Delta t^2$ ⑧

弹丸所获动能

$E_K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\left(\frac{kl^2d}{m}\right)^2\Delta t^2 = \frac{k^2I^4d^2}{2m}\Delta t^2$ ⑨

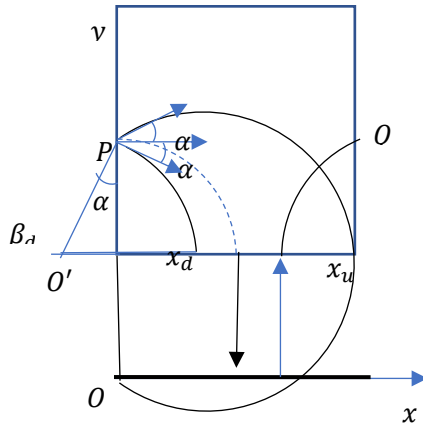
回路储存的磁能

$E_B = W - E_K = \frac{k^2I^4d^2}{2m}\Delta t^2$ ⑩

评分标准: 每式 1 分

22. (10分) 解: $qv_0B = \frac{mv_0^2}{R}$ ①

$$\frac{q}{m} = \frac{v_0}{RB} = 10^7 \text{C/kg} \quad (2)$$



$$(2) R' = \frac{mv_0}{qB \cos \alpha} = \frac{R}{\cos \alpha}$$

$$\text{弦长: } L = 2R' \cos \alpha = 2R$$

故离子均垂直磁场下边界射出

$$x_u = R' + R' \sin \alpha$$

(3)

(4)

$$x_d = R' - R' \sin \alpha$$

下方离子均能打在探测板上

上方离子要打在探测板上, 需满足: $x_u = R' + R' \sin \alpha = 2R$

(5)

$$1 + \sin \alpha = 2 \cos \alpha$$

$$\alpha = 37^\circ$$

$$n = \frac{N}{2} + \frac{37}{2\alpha} N \quad (37^\circ < \alpha \leq 60^\circ)$$

(6)

$$n = N \quad (\alpha \leq 37^\circ)$$

(7)

(3) 设发射角为 θ 的离子恰好达不到探测器, 则有

$$\frac{1}{2} m \frac{v_0^2}{\cos^2 \theta} = EqR$$

(8)

$$\theta = 30^\circ$$

(9)

即发射角 $\theta < 30^\circ$ 的离子都能返回磁场, 从右边界射出,

$$n' = \frac{30}{60} N = 0.5N$$

(10)

评分标准: 每式 1 分