物理参考答案

选择题：共 10 小题，共 43 分。在每小题给出的四个选项中，第 1~7 题只有一项符合题目要求，每小题 4 分；第 8~10 题有多项符合题目要求，每小题 5 分，全部选对的给 5 分，选对但不全的给 3 分，有选错的给 0 分。

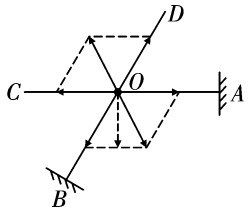
题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	D	D	C	D	B	A	C	AC	BCD	ACD

【解析】

1．用点电荷来代替带电体采用了理想化的物理模型的方法，故 A 错误。借助激光笔及平面镜观察桌面的微小形变的实验中，用到了放大法，故 B 错误。加速度定义式是速度的变化量与时间的比值，应用了比值定义法，故 C 错误。重心、合力和分力都采用了等效替代的思想，故 D 正确。

2．α 衰变方程为 $^{238}_{94}\mathrm{Pu}\rightarrow{}^{234}_{92}\mathrm{U}+{}^{4}_{2}\mathrm{He}$，α 粒子由两个质子和两个中子组成；故 A 错误。$^{238}_{94}\mathrm{Pu}$ 比 $^{234}_{92}\mathrm{U}$ 的结合能大，比结合能小；故 B 错误。应该选用半衰期更长的材料保证电池的长寿命；故 C 错误。核反应质量数守恒，由题意知该核反应为放能反应，所以生成物结合能更大，故 D 正确。

3．由题意知 *OA*、*OB* 段拉力相等且始终不变，由动态分析图可得，*OC*、*OD* 的拉力均始终减小。



4．微粒做匀变速运动，故 A 错误。落地时间为 1s，故 B 错误。从抛出点到动能最小位置所用时间 $t=\dfrac{v_0\sin 45°}{\sqrt{2}g}=0.5\mathrm{s}$，此过程微粒在竖直方向下落高度为 $h=\dfrac{1}{2}gt^2=1.25\mathrm{m}$，此时距离地面的高度为 3.75m；故选 D。

5．R_3 增大，副线圈两端电压不变，电流表示数变小，R_2 电压变小，R_3 电压变大，$|\Delta U_1|$ 等于 $|\Delta U_2|$；故 A 错误。$\left|\dfrac{\Delta U_1}{\Delta I}\right|=R_2$ 不变，$\left|\dfrac{\Delta U_2}{\Delta I}\right|$ 等于除 R_3 之外等效电源的内阻，也不变；故 B 正确。电容器通交流，闭合开关 S，变压器的输入电流大于 0.4A；故 C 错误。电容器的耐压值至少为 $10\sqrt{2}\,\mathrm{V}$；故 D 错误。

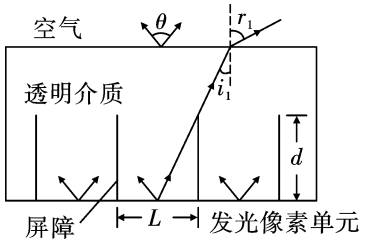
6．由几何关系知 $F_{BA}=F_{CA}$，$F_{BA}=G\dfrac{4m^2}{d^2}$，$F_A=2F_{BA}\cos 30°$，$F_A=\dfrac{4\sqrt{3}Gm^2}{d^2}$；由几何对称性

可知星体 B、C 受力大小相等，$F_{AB}=F_{BA}=G\dfrac{4m^2}{d^2}$，$F_{CB}=G\dfrac{m^2}{d^2}$；设星体 B 所受的合力为 F_B，正交分解 F_B，有 $F_{Bx}=F_{AB}\cos 60°+F_{CB}=\dfrac{3Gm^2}{d^2}$，$F_{By}=F_{AB}\sin 60°=\dfrac{2\sqrt{3}Gm^2}{d^2}$，则 $F_B=\sqrt{F_{Bx}{}^2+F_{By}{}^2}=\dfrac{\sqrt{21}Gm^2}{d^2}$，则 $a_{nA}:a_{nB}:a_{nC}=\dfrac{F_A}{4m}:\dfrac{F_B}{m}:\dfrac{F_C}{m}$，解得为 $\sqrt{7}:7:7$；故选 A。

7．$f_a=3\mathrm{m}\omega^2 r$，$f_b=\mathrm{m}\omega^2 2r$，第一段图像斜率大的为 a，斜率小的为 b，b 先达到最大静摩擦力 $f_{b\mathrm{m}}$，此时 $f_a-f_{b\mathrm{m}}=\mathrm{m}\omega^2 r$，$\omega$ 增大，$f_{b\mathrm{m}}$ 不变，f_a 增大；直到 a 的摩擦力增加到最大静摩擦力 $f_{a\mathrm{m}}$ 时，$f_{a\mathrm{m}}-f_{b\mathrm{m}}=m\omega^2 r$，$\omega$ 增大，$f_{a\mathrm{m}}$ 不变，f_b 减小；故选 C。

8．电子感应加速器是利用变化的磁场激发感生电场，从而进行加速；故 A 正确。根据楞次定律判断感生电场方向为顺时针，电子运动方向为逆时针；故 B 错误。由 $R=\dfrac{mv}{qB_2}$ 知电子在真空室中的半径不变，v 增加，B_2 也在增加，$F_{洛}=qvB_2$ 不断增加；故 C 正确。洛伦兹力对电子不做功；故 D 错误。

9．防窥屏实现防窥效果是因为有吸光屏障，故 A 错误。如图



根据几何关系得 $\sin i_1=\dfrac{\dfrac{L}{2}}{\sqrt{d^2+\left(\dfrac{L}{2}\right)^2}}=\dfrac{3\sqrt{3}}{8}$，根据光的折射率 $n=\dfrac{\sin r_1}{\sin i_1}=\dfrac{4}{3}$，联立得 $r_1=60°$，则可视角度为 120°，故选 BCD。

10．物块与薄板在竖直方向上满足 $F_{合}=-kx$，故 A 正确。根据简谐运动的对称性判断，物块与薄板在最低点加速度小于重力加速度。从位移 $0.5A$ 的位置运动至第一次到达最高点的时间 $t=\dfrac{1}{12}T+\dfrac{3}{4}T$，解得简谐运动的周期 $T=\dfrac{6}{5}t$。从物块与薄板开始做简谐运动至运动到最低点过程，对简谐运动系统由机械能守恒定律有 $3mg\times 1.5a+\dfrac{3m}{2}v^2=\dfrac{1}{2}k(2.5a)^2-\dfrac{1}{2}ka^2$，碰撞过程：$mv_0=3mv$，$m$ 下落过程：$mgh=\dfrac{1}{2}mv_0^2$，开始静止时，有 $ka=2mg$，联立解得 $h=\dfrac{9}{4}a$。

非选择题：共 5 小题，共 57 分。

11.（除特殊标注外，每空 2 分，共 7 分）

（1）吸热

（2）是

（3）小于（3 分）

【解析】（1）一定质量的理想气体，温度升高时，内能增大 $\Delta U>0$，体积变大，气体对外做功，$W<0$，由 $\Delta U=W+Q$ 可知 $Q>0$，所以该过程罐内气体吸热。

（2）一定质量的理想气体，压强不变时，由 $\frac{pV}{T}=C$，$V=Sl$，得 $T=\frac{pS}{C}\cdot l$，所以吸管上温度值标刻是均匀的。

（3）若将温度计竖直放置，则气体实际压强增大，所以实际温度大于所测温度。

12.（除特殊标注外，每空 2 分，共 9 分）

（1）R_1

（2）$\frac{I_1R_{A1}}{I_2-I_1}$

（3）2600

（4）左（3 分）

【解析】（1）为了便于调节，分压式接法要选用最大值较小的滑动变阻器。

（2）A_1 内阻已知，且 A_2 量程大于 A_1，所以 a 应选择 A_1 作为电压表，b 应选 A_2 作为电流表，由 $(I_2-I_1)R_x=I_1R_{A1}$ 得 $R_x=\frac{I_1R_{A1}}{I_2-I_1}$。

（3）由图乙得当 $\eta=0.1\text{mg/m}^3$ 时，$R_x=2600\Omega$，为了能使报警器在 $R_x=2600\Omega$ 时报警，需将 R_3 调到 2600Ω。

（4）浓度降低时，气敏电阻变小，为使气敏电阻两端电压仍为 2V，需减小滑动变阻器阻值，向左滑动。

13.（10 分）

解：（1）设 $x=0$ 处质点的振动方程为 $y=A\sin(\omega t+\varphi)$

由题知该质点在 0 时刻向 y 轴负向运动

$\varphi=\pi$ ①

$\Delta t = T + \frac{T}{4}$

$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{5\pi}{2}$ ②

由图知 $A = 5\text{cm}$ ③

所以 $x = 0$ 处质点的振动方程为 $y = 5\sin(\frac{5\pi}{2}t + \pi)\text{cm}$ ④

（2）由图知 $\lambda = 4\text{m}$ ⑤

若波沿 x 轴正向传播，则

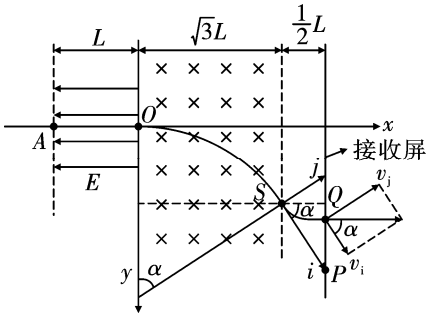
$\Delta t = \frac{3T}{4} + nT$ ⑥

$v = \frac{\lambda}{T} = 4n + 3(\text{m/s})(n \in \text{N})$ ⑦

评分标准：本题共 10 分。正确得出④、⑥、⑦式各给 2 分，其余各式各给 1 分。

14.（13 分）

解：（1）$O \to S$：粒子做匀速圆周运动，轨迹如图所示



$\cos\alpha = \frac{\frac{1}{2}L}{L} = \frac{1}{2}$ ①

$\alpha = 60°$

由几何关系可得粒子做圆周运动半径 $r = \frac{\sqrt{3}L}{\sin\alpha} = 2L$ ②

（2）$A \to O$： $qEL = \frac{1}{2}mv_0^2$ ③

在磁场中： $qv_0B = m\frac{v_0^2}{r}$ ④

得 $v_0 = \frac{2qBL}{m}$

所以 $\frac{q}{m} = \frac{E}{2LB^2}$ ⑤

（3）$A \to O$： $a_1 = \frac{qE}{m}$ ⑥

$t_1 = \frac{v_0}{a_1}$ ⑦

得 $t_1=\dfrac{2BL}{E}$

$O\to S$：$T=\dfrac{2\pi r}{v_0}=\dfrac{4\pi LB}{E}$ ⑧

$\alpha=60°$，所以 $t_2=\dfrac{T}{6}$ ⑨

得 $t_2=\dfrac{2\pi BL}{3E}$

$S\to Q$：粒子做类平抛运动，如图

$\tan\alpha=\dfrac{a_2t_3}{v_0}$ ⑩

$a_2=\dfrac{2qE}{m}$

得 $t_3=\dfrac{\sqrt{3}BL}{E}$

$t=t_1+t_2+t_3=(2+\dfrac{2\pi}{3}+\sqrt{3})\dfrac{BL}{E}$ ⑪

评分标准：本题共 13 分。正确得出②、⑤式各给 2 分，其余各式各给 1 分。

15.（18 分）

解：（1）①A 球与 B 球在 120° 处的弹性碰撞是第 1 次碰撞，设 A 与 B 球碰撞后的速度分别是 v_1 和 v_2，则有

$m_Av_0=m_Av_1+m_Bv_2$ ①

$\dfrac{1}{2}m_Av_0^2=\dfrac{1}{2}m_Av_1^2+\dfrac{1}{2}m_Bv_2^2$ ②

解得 $v_1=-\dfrac{1}{5}v_0$、$v_2=\dfrac{4}{5}v_0$

即第 1 次碰后，A 球顺时针转动，速度大小为 $\dfrac{1}{5}v_0$，B 球逆时针转动，速度大小为 $\dfrac{4}{5}v_0$

B 逆时针从 120° 转到 240° 位置，转过 120° 过程，A 顺时针转过的角度是

$\theta_A=\left|\dfrac{v_1}{v_2}\right|\times120°=30°$

故当第 2 次碰撞发生时，A 球在圆环内刻度盘上 90° 位置 ③

②B球与C球在240° 处的弹性碰撞是第2次碰撞，设B与C球碰后的速度分别是v_3和v_4，则有

$$m_{\mathrm{B}}v_2 = m_{\mathrm{B}}v_3 + m_{\mathrm{C}}v_4 \qquad ④$$

$$\frac{1}{2}m_{\mathrm{B}}v_2^2 = \frac{1}{2}m_{\mathrm{B}}v_3^2 + \frac{1}{2}m_{\mathrm{C}}v_4^2 \qquad ⑤$$

解得$v_3 = -\frac{8}{15}v_0$、$v_4 = \frac{4}{15}v_0$

即第2次碰后，B球顺时针转动，速度大小为$\frac{8}{15}v_0$，C球逆时针转动，速度大小为$\frac{4}{15}v_0$

经分析，三个球将在圆管内刻度盘上0° 位置处同时碰撞（即第3次碰撞） ⑥

依题意，三球将结合在一起，结合体的质量为$20m$，设该结合体的速度为v，则有

$$m_{\mathrm{A}}|v_1| + m_{\mathrm{B}}|v_3| - m_{\mathrm{C}}v_4 = (m_{\mathrm{A}} + m_{\mathrm{B}} + m_{\mathrm{C}})v \qquad ⑦$$

解得$v = -\frac{1}{10}v_0$ 即第3次碰后，结合体将逆时针转动，速度大小为$\frac{1}{10}v_0$ ⑧

故第3次碰撞后瞬间A的速度大小为$\frac{1}{10}v_0$

③对结合体，水平面内有$F_{\mathrm{n}} = 20m\frac{v^2}{R} = \frac{mv_0^2}{5R}$ ⑨

竖直方向上有$F_y = 20mg$ ⑩

由勾股定理得$F_{\mathrm{N}} = \sqrt{F_y^2 + F_{\mathrm{n}}^2} = \sqrt{400m^2g^2 + \frac{m^2v_0^4}{25R^2}}$

由牛顿第三定律得$F_{\mathrm{N}}' = F_{\mathrm{N}} = \sqrt{400m^2g^2 + \frac{m^2v_0^4}{25R^2}}$ ⑪

（2）设B与A球第1次碰撞后的速度分别是v_{B1}和v_{A1}，则有

$$v_{\mathrm{A1}} - v_{\mathrm{B1}} = kv_0$$

$$m_{\mathrm{A}}v_{\mathrm{A1}} + m_{\mathrm{B}}v_{\mathrm{B1}} = m_{\mathrm{B}}v_0$$

解得$v_{\mathrm{A1}} = \frac{(1+k)m_{\mathrm{B}}v_0}{m_{\mathrm{A}} + m_{\mathrm{B}}}$、$v_{\mathrm{B1}} = \frac{(m_{\mathrm{B}} - km_{\mathrm{A}})v_0}{m_{\mathrm{A}} + m_{\mathrm{B}}}$ ⑫

第1次碰撞和第2次碰撞之间时间间隔为t_1，此过程A球比B球多运动一圈，有

$$t_1 = \frac{2\pi R}{v_{\mathrm{A1}} - v_{\mathrm{B1}}} = \frac{2\pi R}{kv_0} \qquad ⑬$$

此过程中，A 球运动的路程为 $s_1 = v_{A1} \bullet t_1 = \dfrac{2\pi R m_B}{m_A + m_B}(\dfrac{1}{k} + 1) = \dfrac{6\pi R}{5}(\dfrac{1}{k} + 1)$ ⑭

设 B 与 A 球第 2 次碰撞后的速度分别是 v_{B2} 和 v_{A2}，则有

$v_{B2} - v_{A2} = k(v_{A1} - v_{B1}) = k^2 v_0$

$m_A v_{A2} + m_B v_{B2} = m_A v_{A1} + m_B v_{B1} = m_B v_0$

解得 $v_{A2} = \dfrac{(1-k^2)m_B v_0}{m_A + m_B}$ 、 $v_{B2} = \dfrac{(m_B + k^2 m_A)v_0}{m_A + m_B}$ ⑮

第 2 次碰撞和第 3 次碰撞之间时间间隔为 t_2，此过程 B 球比 A 球多运动一圈，有

$t_2 = \dfrac{2\pi R}{v_{B2} - v_{A2}} = \dfrac{2\pi R}{k^2 v_0}$ ⑯

此过程中，A 球运动的路程为 $s_2 = v_{A2} \bullet t_2 = \dfrac{2\pi R m_B}{m_A + m_B}(\dfrac{1}{k^2} - 1) = \dfrac{6\pi R}{5}(\dfrac{1}{k^2} - 1)$ ⑰

设 B 与 A 球第 3 次碰撞后的速度分别是 v_{B3} 和 v_{A3}，第 3 次碰撞和第 4 次碰撞之间时间间隔为 t_3，A 球运动的路程为 s_3，同理可得

$v_{A3} = \dfrac{(1+k^3)m_B v_0}{m_A + m_B}$ 、 $v_{B2} = \dfrac{(m_B - k^3 m_A)v_0}{m_A + m_B}$ 、 $t_3 = \dfrac{2\pi R}{k^3 v_0}$

$s_3 = \dfrac{2\pi R m_B}{m_A + m_B}(\dfrac{1}{k^3} + 1) = \dfrac{6\pi R}{5}(\dfrac{1}{k^3} + 1)$

同理可以分析接下来的两球的各次碰撞过程

则从第 1 次碰撞到第 2025 次碰撞共有 2024 个间隔过程，小球 A 通过的路程为

$s = s_1 + s_2 + s_3 + \cdots + s_{2024} = \dfrac{6\pi R}{5}(\dfrac{1}{k} + \dfrac{1}{k^2} + \dfrac{1}{k^3} + \cdots + \dfrac{1}{k^{2024}})$

化简得 $s = \dfrac{12\pi R}{5}(2^{2024} - 1)$ ⑱

评分标准：本题共 18 分。正确得出①~⑱式各给 1 分。

（其他解法正确，同理参照评分细则给分）