北京市东城区 2023－2024 学年度第二学期高三综合练习（二）

物理参考答案及评分标准

2024.5

第一部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
答案	B	C	D	C	A	B	B	C	A	C	D	D	A	B

第二部分共 6 题，共 58 分。

15.（8 分）

（1）B　（2）C　（3）29.30　6.3×10^{-7}

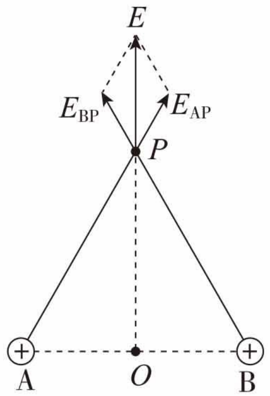
16.（10 分）

（1）②×1　③0 刻线　④15

（2）①0～20 Ω　②$1.2\times10^{-6}$　③大于

④由 $U=I(\rho\frac{l}{S}+R_A)$ 得 $\frac{U}{I}=\frac{\rho}{S}l+R_A$，可知图线的斜率 $k=\frac{\rho}{S}$，因此 $\rho=kS$，和电表内阻无关，所以不存在因电表内阻带来的误差。

17.（9 分）



（1）A、B 间的库仑力 $F=k\frac{q_0^2}{l^2}$，$F_T=\frac{F}{\cos 60^\circ}=\frac{2kq_0^2}{l^2}$

（2）由点电荷的场强公式知 $E_{AP}=E_{BP}=k\frac{q_0}{l^2}$

因此 $E=2E_{AP}\cos 30^\circ=\sqrt{3}k\frac{q_0}{l^2}$

方向向上（沿 OP 向上）

（3）$U_{PO}=\frac{W_{PO}}{q}=\frac{-1.0\times10^{7}\ \text{J}}{2.0\times10^{-9}\ \text{C}}=-50\ \text{V}$

18.(9 分)

(1)由 $B=B_0+kt$ 可知 $\frac{\Delta B}{\Delta t}=k$

由法拉第电磁感应定律得

$E=n\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}=\frac{\Delta B \cdot S}{\Delta t}=k\pi b^2$

(2)感应电流的方向为逆时针

金属圆环电阻 $R_{阻}=\frac{\rho L}{S}=\frac{\rho 2\pi a}{S}$

则在金属圆环中的感应电流

$I=\frac{E}{R_{阻}}=\frac{kb^2S}{2\rho a}$

(3)金属圆环的发热功率

$P_{总}=I^2R_{阻}=\frac{\pi k^2Sb^4}{2\rho a}$

单位长度上的发热功率 $P=\frac{P_{总}}{2\pi a}=\frac{k^2Sb^4}{4\rho a^2}$

19.(10 分)

(1)尘埃的初速度方向沿彗星轨迹在 a 位置的切线方向;沿路径①运动的尘埃所受合外力为 0。

(2)a. 设图中 a 位置处与太阳中心的距离为 r,则尘埃粒子在 a 位置受到的万有引力为

$F_{引}=G\frac{Mm}{r^2}$,其中尘埃的质量 $m=\rho\frac{4}{3}\pi R^3$,代入得 $F_{引}=\frac{4G\pi\rho M}{3r^2}R^3$

设尘埃粒子在 a 位置处单位时间内接收到的光能为 E,可知 $E=\frac{P_0\pi R^2}{4\pi r^2}$

则尘埃粒子在 a 位置处单位时间内接收到的光子数 $n=\frac{E}{h\frac{c}{\lambda}}$

由动量定理可知尘埃粒子受到的光压力 $F_{光}=np$，其中一个光子的动量 $p=\frac{h}{\lambda}$

联立得尘埃粒子在 a 位置处受到太阳光的光压力 $F_{光}=\frac{P_0}{4cr^2}R^2$。

当尘埃粒子受到的万有引力和光压力相等，即$\frac{4G\pi\rho M}{3r^2}R^3=\frac{P_0}{4cr^2}R^2$ 时，为所求的 R_0

整理得：$R_0=\frac{3P_0}{16\pi cG\rho M}$

此结果与 r 无关，说明只要尘埃粒子半径满足这个条件，就会一直沿路径①运动。

b. 尘埃被从彗星释放出来时，初速度方向沿彗星轨迹在 a 位置的切线方向，若沿路径②运动，粒子所受合力指向曲线路径的弯曲方向，说明运动过程中光压力大于万有引力。

对比 $F_{引}=\frac{4G\pi\rho M}{3r^2}R^3$ 和 $F_{光}=\frac{P_0}{4cr^2}R^2$，有$\frac{F_{引}}{F_{光}}=k\frac{R^3}{R^2}=kR$（$k$ 为常数）

可知当 R 小于第(2)问中所求的 R_0 时，$F_{引}<F_{光}$

即：半径 $R<\frac{3P_0}{16\pi cG\rho M}$的尘埃粒子沿路径②运动。

20.（12 分）

(1)$m_1v_0=m_1v_1+m_2v_2$，$\frac{1}{2}m_1v_0^2=\frac{1}{2}m_1v_1^2+\frac{1}{2}m_2v_2^2$

联立解得：$v_1=\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}v_0$，$v_2=\frac{2m_1}{m_1+m_2}v_0$

(2)把此单摆视为振动系统，在小球每次达到左方最高点时用一个很小的外力快速推一下小球，满足了此外力（作为驱动力）的频率与单摆（振动系统）的固有频率相等，从功和能的角度来看，每次在最高点时推一下小球可以保证每次外力都对小球做正功，使得振动系统能量增加。

(3)设小球摆到最低点时速度为 v_0，由 $m_1 gl(1-\cos\theta)=\frac{1}{2}m_1 v_0^{2}$，得 $v_0=\sqrt{2gl(1-\cos\theta)}$；

设小球做简谐运动的周期为 T，有 $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$。

第一种情况：

当 $m_1=m_2$ 时，小球与小物块碰撞后交换速度。小球碰后速度为零，小物块以 v_0 为初速度向 Ox 轴正方向做减速运动，速度减到 0 后反向加速，回到 O 点时速度大小仍为 v_0，于是沿 Ox 轴负方向与静止的小球发生第二次碰撞，碰后再次交换速度，小物块静止在 O 点，小球以 v_0 为初速度做简谐运动，摆回最低点后与小物块发生第三次碰撞……，为实现这种不断重复的过程，要求 O 点右侧空间的电场为匀强电场，方向沿 Ox 轴负方向，大小为不为零的任意值。

第二种情况：

当 $m_1 \gg m_2$ 时，小球与小物块碰撞后小球的速度仍为 v_0，小物块以 $2v_0$ 为初速度向 Ox 轴正方向做减速运动，速度减到 0 后反向加速，加速一段时间后需要沿 Ox 轴负向再做一段减速运动使得回到 O 点时速度为 0；与此同时小球做简谐运动刚好经过一个周期的时间，于是在 O 点与小物块发生第二次碰撞，碰撞前的状态与第一次相同，因此可以不停地完全重复此过程。

为实现这种不断重复的过程，要求 O 点右侧空间的电场方向初始时沿 Ox 轴负方向，大小记为 E_1，经 t_1 时间后，电场方向沿 Ox 轴正方向，大小记为 E_2，再经 t_2 时间小物块返回 O 点且速度为 0。t_1、t_2、E_1、E_2 需要满足的关系是：

$$t_1+t_2=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$qE_1 t_1-qE_2 t_2=2m_2\sqrt{2gl(1-\cos\theta)}$$

满足上述关系的多组值都可实现第二种情况的要求。