

## 物理参考答案

一、选择题：本题共 10 小题，每小题 4 分，共 40 分，

|    |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|----|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| 题号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8  | 9  | 10 |
| 答案 | D | B | A | C | A | B | C | BD | AC | CD |

1. 【答案】D

【解析】A.  ${}^1_1\text{H}$  中子数为 0,  ${}^2_1\text{H}$  中子数为 1, 则  ${}^1_1\text{H}$  比  ${}^2_1\text{H}$  少一个中子, 选项 A 错误;

B.  ${}^2_1\text{H}$  和  ${}^3_1\text{H}$  聚合成  ${}^4_2\text{He}$ , 反应释放能量;

C. 根据  ${}^1_1\text{H} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^2_1\text{H} + {}^0_1\text{e}$ , 即两个  ${}^1_1\text{H}$  合成  ${}^2_1\text{H}$  的过程中产生一个正电子, 选项 C 错误;

D.  ${}^4_2\text{He}$  的比结合能大于  ${}^1_1\text{H}$  的比结合能, 选项 D 正确;

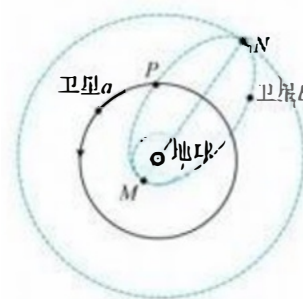
2. 【答案】B

【解析】A. 卫星  $a$  和卫星  $b$  在经过  $P$  点时的加速度大小相等、方向相同, 故 A 错误;

B. 根据卫星变轨的规律可知, 假设卫星  $b$  在经过  $M$  点所在的圆轨道时, 须经历加速才能在椭圆轨道运行, 同理, 卫星  $b$  在经过  $N$  点时须经历加速才能在  $N$  点所在圆轨道运行, 所以卫星  $a$  在  $P$  点的速度, 大于卫星  $b$  在  $N$  点的速度且小于卫星  $b$  在  $M$  点的速度, 故 B 正确;

C. 卫星  $a$  或卫星  $b$  的运载火箭发射速度均大于地球的第一宇宙速度, 故 C 错误;

D. 卫星  $a$  和卫星  $b$  运行轨道不同, 所以两个卫星与地球的连线在相同的时间扫过的面积不一定相等, 故 D 错误;



3. 【答案】A

于  $a$ :

$$\text{式 } \sin C = \frac{1}{n}$$

可知,  $a$  光的临界角大于  $b$  光的临界角,  $b$  光在  $BC$  边上发生全反射,  $a$  光发生折射和反射, 故从  $BC$  边射出的为  $a$  光, 故 A 正确;

B.  $m$  光的折射角小于  $n$  光的折射角,  $n$  光的折射率大于  $m$  光的折射率,  $n$  为  $b$  光、 $m$  为  $a$  光, 故 B 错误;

C. 由于  $a$  光的波长大于  $b$  光的波长, 由公式  $\Delta x = \frac{L}{d} \lambda$  可知,  $a$  光比  $b$  光的干涉条纹宽, 故 C 错误;

D. 因  $n_a < n_b$ , 则若  $a$  光能使某金属发生光电效应, 则  $b$  光也可以使该金属发生光电效应, 选项 D 错误。

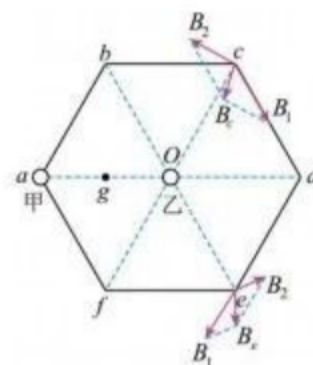
4. 【答案】C

【解析】A. 由图可知,  $c$ 、 $e$  方向不同, 所以  $c$ 、 $e$  两点的磁感应强度不同, 故 A 错误;

B. 导线甲中的电流垂直纸面向里, 导线乙中的电流垂直纸面向外, 故 B 错误;

C. 六边 边长:

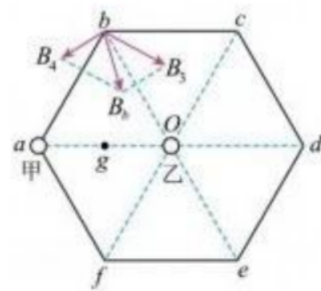
$$k \frac{I_{\text{甲}}}{2l} = k \frac{I_{\text{乙}}}{l}, \text{ 得 } I_{\text{甲}} : I_{\text{乙}} = 2 : 1, \text{ 故 C 正确;}$$



D. 在 g 点:  $k \frac{I_{甲}}{L/2} + k \frac{I_{乙}}{L/2} = B_0$  则  $k \frac{I_{甲}}{L} = \frac{B_0}{3}$ ,  $k \frac{I_{乙}}{L} = \frac{B_0}{6}$

在 b 点, 其方向如图所示, 两磁感应强度夹角为  $120^\circ$ , 根据余弦定理,

$$B_b = \sqrt{\left(\frac{B_0}{3}\right)^2 + \left(\frac{B_0}{6}\right)^2 + 2 \frac{B_0}{3} \frac{B_0}{6} \cos 120^\circ} = \frac{\sqrt{3}}{6} B_0 \text{ 故 D 错误.}$$



5. 【答案】A

【解析】A. 由分析可知,  $\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{6} = 8\text{m}$ , 解得  $\lambda = 12\text{m}$ , 则  $x = 8\text{m} - \frac{3\lambda}{8} = 3.5\text{m}$  处, A 正确;

B.  $t = 1.5\text{s}$  至  $t = 2.5\text{s}$  时间内, 即经过  $\frac{T}{4}$ ,  $t = 1.5\text{s}$  时刻因质点 Q 不在平衡位置, 则路程并不等于振幅 A,

而质点 P 从平衡位置开始振动, 路程为 A, 则 B 错误;

C. 由图乙质点 M 的振动图像可知,  $t = 1.5\text{s}$  时 M 点向上振动, 根据“上坡下, 下坡上”判断波的传播方向方法, 结合图甲波形图, 可知该波沿 x 轴负方向传播, C 错误;

D.  $t = 3.5\text{s}$  至  $t = 4.5\text{s}$  时间内, 即从  $t = 1.5\text{s}$  时刻再经过 2s 到 3s 时间内, 质点 P 从平衡位置向下向远离平衡位置方向运动, 可知质点 P 的加速度变大, D 错误.

6. 【答案】B

【解析】A. v-t 图像的斜率表示加速度, 0~5s 内汽车加速度逐渐减小, 故 A 错误;

B. 由图像 BC 段可得  $a = \left| \frac{\Delta v}{\Delta t} \right| = 4\text{m/s}^2$ , 由牛顿第二定律  $f = ma$ , 得  $m = 1 \times 10^3\text{kg}$ , 故 B 正确;

C. 以  $v = 20\text{m/s}$  匀速运动时汽车的功率为  $P = fv = 80000\text{W}$ , 故 C 错误;

D. 0~5s 内由动能定理得  $W = Pt - fs = \frac{1}{2}m(v_1^2 - v_0^2)$ , 可得  $s = 45\text{m}$ , 故 D 错误.

7. 【答案】C

【解析】A. 根据题意可知 ef 间电势差大于 fc 间电势差, 电场力做的功不相等, 故 A 错误;

B. 根据等量异种点电荷电场分布特点, 粒子带负电, 故 B 错误;

C. 根据题意有  $E_{pc} = -4eV = \left(\frac{kQ}{3L} - \frac{kQ}{5L}\right)(-q)$ , 在 f 点有  $E_{pf} = \left(\frac{kQ}{2L} - \frac{kQ}{6L}\right)(-q)$ . 联立解得

$E = -10eV$ , 根据能量守恒有  $E_i + E_{kc} = E_{pf} + E_{kf}$ , 解得  $E_{kf} = 14eV$ , 故 C 正确;

D. 根据电场叠加可知 b 点场强  $E = \frac{kQ}{(2L)^2} + \frac{kQ}{(6L)^2} = \frac{5kQ}{18L^2}$  故 D 错误.

8. 【答案】BD

【解析】A. 电压互感器起降压作用, 电流互感器起减小电流作用, 故 A 错误;

B. 仅将滑片 Q 下移, 相当于增加了升压变压器副线圈的匝数  $n_2$ , 则输电线上损耗功率增大, 故 B 正确;

C. 仅增加用户数, 即负载总电阻  $R$  减小, 当  $U_3$  减小时, 减小  $n_3$  可以使  $U_4$  不变, 所以要将降压变压器的滑片  $P$  上移, 故 C 错误;

D. 线路输送电功率  $P = P_2 = U_2 I_2 = 210 \times 30 \times 6 \times 30 W = 1134 kW$ , 故 D 正确。

9. 【答案】AC

【解析】A. 将小球的运动分解为垂直斜面方向和沿斜面方向两个分运动, 小球垂直斜面方向的初速度大小为  $v_1 = v \sin \theta$ , 加速度大小为  $a_1 = g \cos \theta$ , 当小球垂直斜面的速度减为零时, 离斜面最远, 则有

$$t_1 = \frac{v_1}{a_1} = \frac{v \sin \theta}{g \cos \theta} = \frac{v \tan \theta}{g}, \text{故 A 正确;}$$

B. 小球在空中加速度为重力加速度, 根据  $\Delta v = gt$ , 可知相等的时间内速度变化一定相等, 故 B 错误;

C. 小球沿斜面方向的初速度大小为  $v_2 = v \cos \theta$ , 加速度大小为  $a_2 = g \sin \theta$ , 则小球开始运动到第一次落到斜面上位移为  $x = v_2 t - \frac{1}{2} a_2 t^2 = \frac{2v^2 \sin \theta}{g} - \frac{2v^2 \sin^3 \theta}{g \cos^2 \theta}$ , 故 C 正确,

D. 根据对称性可得小球开始运动到第一次落到斜面上时间为  $t = 2t_1 = \frac{2v \tan \theta}{g}$ , 故 D 错误;

10. 【答案】CD

【解析】A. 杆  $ab$  沿导轨向下运动, 根据右手定则可知产生电流的方向为由  $b$  到  $a$ , 故 A 不正确;

BCD.  $ab$  杆产生的感应电动势为  $E_1 = Blv \cos 60^\circ = \frac{1}{2} Blv_1$ ,  $cd$  杆产生的感应电动势为  $E_2 = Blv_2$

二者方向相反, 则电流为 
$$I = \frac{\frac{1}{2} Blv_1 - Blv_2}{2R} = \frac{Bl \left( \frac{v_1}{2} - v_2 \right)}{2R}$$

对  $ab$  杆受力分析得  $mg \sin 60^\circ - BIl \cos 60^\circ = ma_1$

对  $cd$  杆受力分析得  $BIl = ma_2$  解得  $a_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} g - \frac{BIl}{2m}$ ,  $a_2 = \frac{BIl}{m}$

设两杆达到稳定运动状态时的速度为  $v_1'$ ,  $v_2'$ , 则 
$$I = \frac{Bl \left[ \frac{1}{2} (v_1' + a_1 t) - (v_2' + a_2 t) \right]}{2R}$$

两杆达到稳定状态时应均做匀加速运动, 此时  $\frac{1}{2} a_1 t - a_2 t = t \left( \frac{\sqrt{3}}{4} g - \frac{5BIl}{4m} \right) = 0$ , 即  $\frac{\sqrt{3}}{4} g = \frac{5BIl}{4m}$

解得  $I = \frac{\sqrt{3}mg}{5Bl}$ ，此时  $a_1 = \frac{\sqrt{3}}{2}g - \frac{\sqrt{3}}{10}g = \frac{2\sqrt{3}}{5}g$ ， $a_2 = \frac{\sqrt{3}}{5}g$ ， $a_1 \neq a_2$  故 CD 正确，B 错误。

二、非选择题：本题共 5 小题，共计 60 分，

(6分) 【 (1)  $\frac{d}{\Delta t}$  (2分) (2)  $\frac{a}{L}$  (2分) (3) 不变 (2分)】

【解析】(1) 物块到达木板底端的速度近似为遮光条通过光电门的平均速度大小，即  $v = \frac{d}{\Delta t}$

(2) 设释放物块时，物块到木板底端的距离为  $x$ ，倾角为  $\theta$ ，由动能定理有

$$(mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta)x = \frac{1}{2}mv^2 - 0, \quad \text{整理后有 } v^2 = 2gh - 2\mu gL, \quad \text{由题中图像可知 } \mu = \frac{a}{L}$$

(3) 设纵轴上的截距为  $b$ ，则斜率  $k = \frac{b}{a} = 2g$ ，图像的斜率与动摩擦因数的大小无关，是一个定值，

12. (10分) 【答案】(1)  $R_2$  (2分) 0.75(2分) (2) 11.5(2分) 0.5(2分) (3) 偏小(2分)

【解析】(1) ①在图甲是利用“半偏法”测量电压表的内阻原理图，由于电压表  $V_2$  的内阻约  $3k\Omega$ ，远大于  $15\Omega$ ，可知，滑动变阻器  $R'$  应选用  $R_2$ ，

②电压表  $V_2$  要改装成量程为  $0 \sim 12V$  的电压表，则有  $\frac{3V}{R_{V_2}} = \frac{12V}{R_{V_2} + R}$

保持滑片 P 的位置不变，P、a 间的电压仍为  $3V$ ，则有  $\frac{U_{V_2}}{R_{V_2}} = \frac{3V}{R_{V_2} + R}$ ，解得  $U_{V_2} = 0.75V$

(2) 对图乙，根据闭合电路欧姆定律得  $U_3 = E - \frac{U_3 - U_1}{R_3}(R_4 + r)$

将  $R_3 = 10\Omega$ ， $R_4 = 2\Omega$  代入，整理得  $U_1 = \left(1 + \frac{10}{r+2}\right)U_3 - \frac{10}{r+2}E$

结合图丙得  $1 + \frac{10}{r+2} = \frac{46}{9.2}$ ， $-\frac{10}{r+2}E = -46V$ ，解得  $r = 0.5\Omega$ ， $E = 11.5V$

(3) 由于电压表  $V_3$  分流，使得测量结果有一定的偏差，将电池和电压表  $V_3$ 、定值电阻  $R_4$  当作等效电源，

可知  $E_{测} < E_{真}$

13.(12分) 【答案】(1)  $280K$ 或 $7^\circ C$  (5分) (2)  $-67.5J$  (7分)

解：(1) 缸内气体发生等压变化，由盖-吕萨克定律有

$$\frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B} \quad (3分)$$

解得：  $T_A = 280K$ 或 $7^\circ C$  (2分)

(2) 对活塞受力分析, 有:

$$pS = p_0S + mg \quad (2 \text{ 分})$$

解得:  $p = 2.25 \times 10^5 P_0$  (1 分)

从 A 到 B, 外界对气体做功

$$W = -p(V_B - V_A) = -67.5J \quad (2 \text{ 分})$$

解得:  $W = -67.5J$  (2 分)

14. (14 分) 【答案】 (1)  $E = \frac{2mv_0^2}{qh}$  (4 分) (2)  $(1 + \sqrt{2}) \frac{2mv_0}{qB}$  (5 分) (3)  $4(\pi + 1) \left(\frac{mv_0}{qB}\right)^2$  (5 分)

解: (1) 设离子从坐标为  $(x, y)$  的位置进入电场, 边界的轨迹方程为  $y = \frac{1}{4h}x^2 (x \leq 0)$

根据牛顿第二定律可得:  $qE = ma$  (1 分)

又根据类平抛规律:  $-x = 2v_0t$  (1 分)

$$y = \frac{1}{2}at^2 \quad (1 \text{ 分})$$

联立可得:  $E = \frac{2mv_0^2}{qh}$  (1 分)

(2) 从  $y = h$  处入射的离子在电场中加速后速度最大, 进入磁场后其轨迹的半径最大, 故边界刚好与之相切。对该电场边界轨迹方程分析可得:  $y = \frac{1}{4h}x^2 (x \leq 0)$

当  $y = h$  时,  $x = -2h$  (1 分)

设该离子位移与  $x$  轴夹角的正切值为:  $\tan \alpha = \frac{y}{-x} = \frac{1}{2}$

其速度与  $x$  轴方向夹角的正切值:  $\tan \theta = \frac{2v_0}{v_y}$

根据类平抛运动规律:  $\tan \theta = 2 \tan \alpha = 1$ ,  $\theta = 45^\circ$  (用其他方法得出  $\tan \theta = 1$  也可以) (1 分)

$$v = \frac{2v_0}{\cos 45^\circ} = 2\sqrt{2}v_0 \quad (1 \text{ 分})$$

进入磁场后, 根据牛顿第二定律可得:  $qvB = \frac{mv^2}{R}$  (1 分)

$$R = \frac{mv}{qB} = \frac{2\sqrt{2}mv_0}{qB}$$

由几何关系可得:  $a = R(1 + \frac{\sqrt{2}}{2}) = (1 + \sqrt{2}) \frac{2mv_0}{qB}$  (1 分)

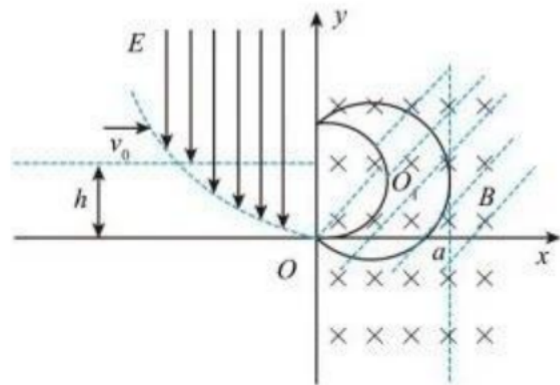
(3) 对于任意  $0 \leq y \leq h$  的离子，离开  $O$  点时，设其速度方向与  $x$  轴方向的夹角为  $\theta$ ，则：

$$v = \frac{2v_0}{\cos\theta}$$

离子在磁场中运动的半径： $R = \frac{mv}{qB} = \frac{2mv_0}{qB \cos\theta}$

其轨迹与  $y$  轴的交点与坐标原点  $O$  的距离

$$L = 2R \cos\theta = \frac{4mv_0}{qB} \quad (2 \text{分})$$



所有离子均击中该位置。故离子覆盖的区域面积如图中阴影部分所示，根据几何关系：

$$S = \frac{3}{4}\pi\left(\frac{2\sqrt{2}mv_0}{qB}\right)^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{2\sqrt{2}mv_0}{qB}\right)^2 - \frac{1}{2}\pi\left(\frac{2mv_0}{qB}\right)^2 \quad (2 \text{分})$$

解得： $S = 4(\pi + 1)\left(\frac{mv_0}{qB}\right)^2 \quad (1 \text{分})$

15. (18分) 【答案】(1)  $3m/s$ ,  $0$  (4分) (2)  $3m$  (6分) (3)  $0.6m$  (8分)

解：(1) 设 B 与槽壁第一次碰撞后速度  $v_{B1}$ ，A 的速度为  $v_{A1}$ ，由动量守恒定律和机械能守恒定律得：

$$mv_0 = mv_{A1} + mv_{B1} \quad (1 \text{分})$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_{A1}^2 + \frac{1}{2}mv_{B1}^2 \quad (1 \text{分})$$

解得： $v_{A1} = v_0 = 3m/s$ ,  $v_{B1} = 0 \quad (2 \text{分})$

(2) B 与槽壁第一次碰撞后，B 静止，A 做匀减速直线运动，C 做匀加速直线运动，由牛顿第二定律得：

$$a_A = a_C = \frac{\mu mg}{m} = \mu g = 0.75m/s^2 \quad (1 \text{分})$$

若 A、C 共速，则需用时间  $t_{s1}$  和共速速度  $v_{s1}$ ，根据速度关系： $v_{s1} = v_{A1} - a_A t_{s1}$

可得： $t_{s1} = \frac{v_{A1}}{a_B + a_C} = 2s \quad (1 \text{分})$

$$v_{s1} = a_C t_{s1} = 1.5m/s \quad (1 \text{分})$$

A 的位移为： $x_{A1} = \frac{v_{A1} + v_{s1}}{2} t_{s1} = 4.5m$

C 的位移为： $x_{C1} = \frac{0 + v_{s1}}{2} t_{s1} = 1.5m$

则 A、C 的相对位移为： $\Delta x_1 = x_{A1} - x_{C1}$  (或者根据  $\Delta x_1 = \frac{1}{2}(v_{A1} + 0)t_{s1}$  也可以) (2分)

解得:  $\Delta x_1 = 3m$  (1分)

故 B 与槽壁第二次碰撞前, C 不与 A 左侧槽壁相碰,  $\Delta x_1$  即 C 相对下槽面滑动的距离为  $3m$ 。

(3) 第二次碰撞, A 以  $v_{s1} = 1.5m/s$  的速度与静止的 B 碰, 类比第一次碰撞计算可得, 第二次碰后

$$v_{B2} = 1.5m/s, \quad v_{s1} = 0 \quad (1分)$$

此后, C 做匀减速直线运动, A 做匀加速直线运动, 二者第二次共速。设共速需用时间  $t_{s2}$  和共速速度  $v_{s2}$ ,

同理可得 A、C 的位移  $x_{A2}$ 、 $x_{C2}$  和相对位移  $\Delta x_2$  为:

$$t_{s2} = 1s, \quad v_{s2} = 0.75m/s, \quad x_{A2} = 0.375m, \quad x_{C2} = 1.125m$$

$$\Delta x_2 = x_{A2} - x_{C2} = 0.75m \quad (1分)$$

第三次碰撞: B 以  $v_{B2} = 1.5m/s$  的速度与速度  $v_{s2} = 0.75m/s$  的 A 碰, 由于 A、B 质量相等, 二者速度交换

$$v_{B3} = 0.75m/s, \quad v_{s2} = 1.5m/s$$

此后, A 做匀减速直线运动, C 做匀加速直线运动, 二者第三次共速。再次计算相对位移

$$\Delta x_3 = x_{A3} - x_{C3} = 0.1875m$$

由此可归纳:  $\Delta x_n = \left(\frac{1}{4}\right)^{n-1} \Delta x_1$  (2分)

C 相对于 A 的总位移为:

$$\Delta x_{\text{总}} = (\Delta x_1 - \Delta x_2) + (\Delta x_3 - \Delta x_4) + \dots + (\Delta x_{n-1} - \Delta x_n) = (\Delta x_1 - \Delta x_2) \frac{1 - \left(\frac{1}{16}\right)^n}{1 - \left(\frac{1}{16}\right)} \quad (2分)$$

当  $n \rightarrow \infty$  时, 解得:  $\Delta x_{\text{总}} = 2.4m$  (1分)

则:  $\Delta d = \frac{L}{2} - \Delta x_{\text{总}} = 0.6m$  (1分)

所以: 物块 C 与左侧槽壁间的距离为  $0.6m$ 。