

## 物理参考答案

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

一、单项选择题(本题共 6 小题,每小题 4 分,共 24 分。在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的)

1. D **【解析】**根据质量数与电荷数守恒有  $14-14=0, 6-7=-1$ , 可知 X 是  ${}_{-1}^0\text{e}$ , 故 A 错误; 衰变反应释放能量, 生成核比反应核更加稳定, 原子核越稳定, 比结合能越大, 可知  ${}_{7}^{14}\text{N}$  比  ${}_{6}^{14}\text{C}$  的比结合能大, 故 B 错误; 半衰期是原子核的固有属性, 由核内部结构决定, 与温度、压强等外界条件无关, 故 C 错误; 根据半衰期公式, 剩余质量满足  $m_{\text{余}} = m_{\text{原}} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$ , 当剩余比例为  $\frac{1}{2^k}$  时, 有  $\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} = \frac{1}{2^k}$ , 解得  $t=kT$ , 故 D 正确。故选 D。

2. C **【解析】**由图可知, 电源负极连接振动膜, 振动膜带负电, 故 A 错误; 振动膜与基板间的距离增大, 电容器两极板间的距离增大, 根据  $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$  可知, 电容减小, 故 B 错误; 电容器两极板间的距离减小, 根据  $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$  可知, 电容增加, 电容器充电, 所带的电荷量增加, 故 C 正确; 电容器根据电容的变化有时充电有时放电, 故 D 错误。故选 C。

3. D **【解析】**管中气体被压缩, 体积减小, 则管中气体分子数密度增大, 故 A 错误; 由于在倒入水银的过程中气体温度不变, 则管中气体内能不变, 故 B 错误; 稳定时, 上方水银的高度和水银槽中水银内、外液面的高度差始终相同, 故 C 错误; 根据热力学第一定律  $\Delta U = Q + W$ , 其中  $\Delta U = 0, W > 0$ , 则  $Q < 0$ , 故管中气体放出热量, 故 D 正确。故选 D。

4. A **【解析】**由题意可得, 质量为  $m$  小球在地球内部半径为  $\frac{R}{2}$  的隧道运动时受到的万有引力为  $F' = \frac{G\rho \frac{4}{3}\pi \left(\frac{R}{2}\right)^3 m}{\left(\frac{R}{2}\right)^2} = \frac{2}{3}\rho\pi GRm = \frac{mg}{2}$ , 此时小球受到的万有引力提供向心力, 则有  $\frac{mg}{2} = m\frac{v^2}{R}$ , 解得  $v = \frac{1}{2}\sqrt{gR}$ , 故选 A。

5. B **【解析】**餐盘从转盘边缘飞出时, 满足  $\mu mg = m\frac{v^2}{r} = mr\omega^2$ , 故飞出时速度为  $v = \sqrt{\mu gr}$ , 与质量无关, 故 A 错误; 餐盘飞出后做平抛运动, 有  $h = \frac{1}{2}gt^2, x = vt, v_y = gt$ , 餐盘落到餐桌上的速度为  $v_{\text{合}} = \sqrt{v^2 + v_y^2} = \sqrt{\mu gr + 2gh}$ , 故 B 正确; 餐盘随转盘加速转动过程中, 速度增大, 合外力即摩擦力不指向圆心, 故 C 错误; 落到餐桌上的餐盘到转盘中心的水平距离为  $s = \sqrt{x^2 + r^2} = \sqrt{2\mu rh + r^2}$ , 故 D 错误。故选 B。

6. C **【解析】**由右手定则知流经 MN 的电流方向为由 N 到 M, 故 A 错误; MN 和 M'N' 组成的系统动量守恒, 故 M'N' 稳定后的速度大小为 2 m/s; 故 B 错误; 烧断线后, MN 加速 M'N' 减速, 两者的速度差变大, 故两杆所受的安培力均变大, 则 MN 做加速度变小的加速运动, 位移  $x_1 = \bar{v}t_0 > 4.5t_0$ , M'N' 做加速度变小的减速运动, 位移  $x_2 = \bar{v}t_0 < 3t_0$ , 故两者位移大小之比大于 3:2, 故 C 正确; 由于两金属杆位移不同, 则 F 对杆做的功与两杆克服摩擦力做功不相等, 故系统动能变化量的大小不等于整个系统产生的焦耳热, 故 D 错误。故选 C。

二、多选题(本题共 4 小题,每小题 5 分,共 20 分。每小题有多项符合题目要求,全部选对的得 5 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分)

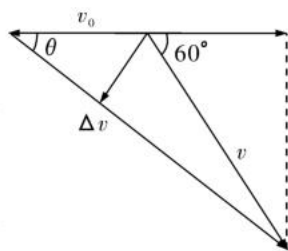
7. BC **【解析】**飞行器关闭发动机, 以  $v_1 = 8 \text{ m/s}$  匀速下落时, 则有  $Mg = kv_1^2$ , 飞行器以  $v_2 = 4 \text{ m/s}$  向上匀速运动时, 设最大推力为  $F_m$ , 则有  $F_m = Mg + kv_2^2$ , 联立可得  $F_m = 1.25Mg$ , 故 A 错误, B 正确; 飞行器由静止下落的过程中空气阻力逐渐变大, 由  $Mg - kv^2 = ma$  可知  $a$  减小, 是加速度逐渐减小的加速运动, 故 C 正确, D 错误, 故选 BC。

8. AC **【解析】**波长  $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{40}{5} \text{ m} = 8 \text{ m}$ , A 正确; 由题意  $AC = 6 \text{ m}, BC = \sqrt{[(8-0)^2 + (0-6)^2]} \text{ m} = 10 \text{ m}$ , 波程差  $\Delta x = |BC - AC| = |10 - 6| \text{ m} = 4 \text{ m}$ , 由于两波源起振方向相反, 初始相位差为  $\pi$ , 波程差引起的相位差  $\delta_1 = \frac{2\pi\Delta x}{\lambda} = \frac{2\pi \times 4}{8} = \pi$ , 总相位差  $\delta = \text{初始相位差} + \text{波程差引起的相位差} = \pi + \pi = 2\pi$ , 这相当于同相位, 所以 C 点是振动加强点, B

错误;波从 A 到 C 的时间  $t_{AC} = \frac{AC}{v} = \frac{6}{40} \text{ s} = 0.15 \text{ s}$ , 波从 B 到 C 的时间  $t_{BC} = \frac{BC}{v} = \frac{10}{40} \text{ s} = 0.25 \text{ s}$ , 在  $t = 0.2 \text{ s}$  时, 波 A 已到达 C 点, 即  $0.2 \text{ s} - 0.15 \text{ s} = 0.05 \text{ s}$ , 波 B 尚未到达 C 点, 由于波的周期  $T = \frac{1}{f} = 0.2 \text{ s}$ , 所以此时只有波 A 引起 C 点振动, 振动了  $0.05 \text{ s} = \frac{1}{4} T$ , 此时质点速度为 0, D 错误;  $t = 0.4 \text{ s}$  时, 波 A 已到达 C 点  $0.4 \text{ s} - 0.15 \text{ s} = 0.25 \text{ s}$ , 波 B 已到达 C 点  $0.4 \text{ s} - 0.25 \text{ s} = 0.15 \text{ s}$ , 两列波都在 C 点引起振动, 且由于总相位差为  $2\pi$ , 振动加强, 质点速度为 0, C 正确。故选 AC。

9. ACD 【解析】由匝数比可知原线圈电流应为  $I_1 = \frac{n_2 I_2}{n_1} = 0.5 \text{ A}$ , 故 A 正确; 由容量单位可知, 手机充电时间为电池容量与充电电流的比值, 即  $t = \frac{Q}{I} = \frac{5000 \times 10^{-3}}{5} \text{ h} = 1 \text{ h} = 60 \text{ min}$ , 故 B 错误; 根据原、副线圈的电压与匝数的关系可得  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{U_1}{U_0 + I_2 R} = \frac{n_1}{n_2}$ , 代入数据解得  $R = 0.4 \Omega$ , 故 C 正确; 由理想变压器的等效电阻结合选项 C, 应有  $r + (\frac{n_2}{n_1})^2 r + R = 0.4 \Omega$ , 故  $R = 0.299 \Omega$ , 故 D 正确。故选 ACD。

10. ABD 【解析】小球从 M 到 N 的运动过程中, 根据动能定理有  $qU_{MN} + mgh = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_0^2$ , 解得  $U_{MN} = \frac{2mgh}{q}$ , A 正确; 小球在水平方向的运动具有对称性, 故到达 N 点时, 水平速度大小为  $v_0$ , 故  $v_y = \sqrt{6gh} > \sqrt{2gh}$ , 则电场强度一定有竖直向下的分量, 故 B 正确、C 错误; 画出小球从 M 到 N 的速度变化矢量图如图, 可知实际速度与  $\Delta v$  垂直时速度最小,  $\sin \theta = \frac{\sqrt{3} v_0}{\Delta v} = \frac{\sqrt{21}}{7}$ , 则  $v_{\min} = v_0 \sin \theta = \frac{\sqrt{21}}{7} v_0$ 。故选 ABD。



### 三、非选择题(本题共 5 小题, 共 56 分)

#### 计算题评分的原则:

- 答案正确, 有过程且没有原则性错误的给满分, 如果答案错误再对照采分点找分, 如果只有答案没有任何过程的(或者过程错误的)不给分;
- 连等式和综合式有任何错误的整个式子计 0 分;
- 纯数字表达式或数字字母混合式, 数字不带单位的该式计 0 分;
- 已知量是字母的, 结果不用题中字母表达的, 扣结果分; 表达式中不用题中字母表达的, 如果不产生歧义、物理意义没有问题, 不扣式子分, 如果容易产生歧义或物理意义有问题的, 该式计 0 分。
- 有多种解法的, 比照答案解法给分。

11. (8 分, 每空 2 分)(1)需要 (2)  $\frac{t_2}{t_1}$  (3)  $>$  A(答案唯一, 第 3 空填“大于”不给分)

【解析】(1)为使滑块 A 到达 O 点时的速度相同, 应使滑块 A 由静止释放的位置相同。

(2)滑块 A 在水平桌面上的运动过程, 由动量定理有  $-\mu m_1 g t_1 = 0 - m_1 v_1$

碰撞前动量  $p_1 = \mu m_1 g t_1$

两滑块共同运动时, 有  $-\mu(m_1 + m_2) g t_2 = 0 - (m_1 + m_2) v_2$

碰撞后动量  $p_2 = \mu(m_1 + m_2) g t_2$

要验证碰撞过程中的动量守恒, 即要验证  $\mu m_1 g t_1 = \mu(m_1 + m_2) g t_2$

可得  $\frac{m_1}{m_1 + m_2} = \frac{t_2}{t_1}$

(3)根据小滑块 A 与 B 发生弹性碰撞, 可知  $m_1 v_1 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$ ,  $\frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2'^2$

解得  $v_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1$ ,  $v_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1$

为了保证小滑块 A 不反弹, 则  $v_1' > 0$

可知  $m_1 > m_2$

根据  $v_2' = \frac{2m_1}{m_1+m_2}v_1$

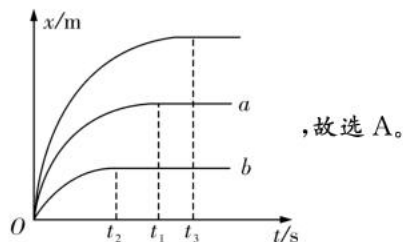
可得  $v_2' > v_1$

两滑块做减速运动的加速度均为  $a = \mu g$

根据  $t = \frac{\Delta v}{a}$

故小滑块 B 运动的时间  $t_3 > t_1$

位移大于小滑块 A 的位移, 碰撞后小滑块 B 的  $x-t$  图像如图所示



12. (8分, 每空2分) (1) 变小 变大 (答案唯一, 填“小”、“大”不给分)

(2)  $\frac{\pi R_0}{b\pi - 2k}$  或  $\frac{R_0}{b - \frac{2k}{\pi}}$

(3)  $\frac{4}{\pi}k$  或  $\frac{4k}{\pi}$

【解析】(1) 滑片顺时针转动, 变阻器接入电路的阻值变小, 外电阻变小, 路端电压变小, 电流表示数变小。

因为外电阻减小, 可知电路总电阻减小, 故干路电流变大, 电路消耗的总功率  $P = EI$ , 可知电路消耗的总功率  $P$  变大。

(2) 由闭合电路欧姆定律可知  $E = IR_0 + I\left(1 + \frac{\pi}{2\theta}\right)r$

可推导出  $\frac{1}{I} = \frac{R_0 + r}{E} + \frac{\pi r}{2E} \cdot \frac{1}{\theta}$

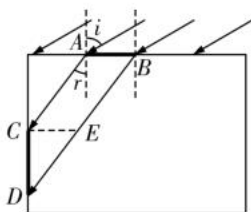
可知  $k = \frac{\pi r}{2E}, b = \frac{R_0 + r}{E}$

解得  $E = \frac{\pi R_0}{b\pi - 2k}, r = \frac{2kR_0}{b\pi - 2k}$

(3) 将电源与  $R_0$  支路等效为一个新电源, 当等效内阻等于  $\theta = \frac{\pi}{4}$  对应的电阻  $\frac{R_0}{2}$  时, 变阻器消耗的功率最大, 故  $r =$

$R_0$ , 结合(2)的结果, 则  $b = \frac{4}{\pi}k$

13. (10分) 【解析】(1) 作出光路图如图所示



入射角  $i = 60^\circ$ , 折射角为  $r$ , 过  $C$  作左侧壁的垂线交  $BD$  于  $E$ , 易知  $CE = AB = L$

则  $DE = \sqrt{CD^2 + CE^2} = 2L$  【或  $\tan r = \frac{\sqrt{3}}{3}, r = 30^\circ$ 】 ..... (2分)

根据几何关系可知,  $\angle CDE = r, \sin r = \sin \angle CDE = \frac{CE}{DE}$

可得透明材料的折射率  $n = \frac{\sin i}{\sin r}$  ..... (2分)

所以  $n = \sqrt{3}$  ..... (1分)

(2) 光在透明材料中的速度  $v = \frac{c}{n}$  ..... (2分)

照射到 D 点比到 C 点的光在长方体中传播多用的时间  $\Delta t = \frac{DE}{v}$  ..... (1分)

解得  $\Delta t = \frac{2\sqrt{3}L}{c}$  ..... (1分)

若入射角  $i$  变大, 则折射角  $r$  变大, 则  $DE$  变小, 故时间差变小 ..... (1分)

14. (14分) 【解析】(1) 因为粒子进入圆形区域经磁场偏转后均过点 A, 则粒子在圆形磁场中运动的半径与磁场的半径相等, 根据牛顿第二定律可得  $qvB = m \frac{v^2}{R}$  ..... (2分)

可得  $v = kBR$

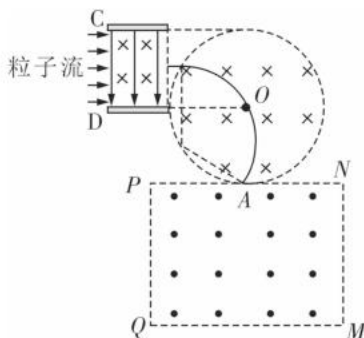
粒子在金属板间做直线运动, 所以电场力等于洛伦兹力, 则  $q \frac{U}{R} = qvB$  ..... (2分)

【或  $Eq = qvB$  ..... (1分)

$E = \frac{U}{R}$  ..... (1分)】

解得  $U = kB^2 R^2$  ..... (2分)

(2) 沿金属板 C、D 中轴线运动的粒子从射出金属板到运动至 A 点的轨迹如图



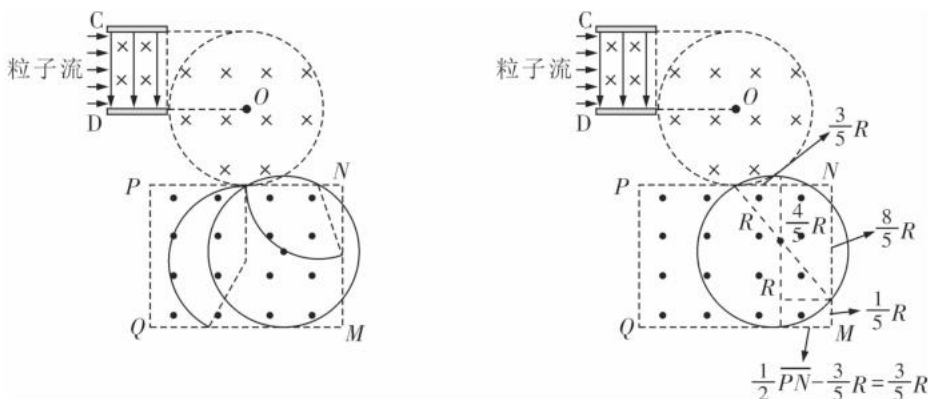
由几何关系可得, 在圆形磁场中做圆周运动的圆心角为  $\theta = \frac{2\pi}{3}$  【或  $120^\circ$ 】 ..... (2分)

则在圆形磁场中运动的时间为  $t = \frac{\theta R}{v} = \frac{2\pi}{3kB}$  ..... (2分)

【或  $T = \frac{2\pi m}{Bq}$  ..... (1分)

$t = \frac{\theta}{2\pi} T = \frac{2\pi}{3kB}$  ..... (1分)】

(3) 由题意可知, 打在 QM 边最左侧时, 粒子沿 C 板射入; 打在 MN 最上方的粒子沿 D 板射入, 并考虑到与边界相切的情况, 则轨迹如图



由几何关系可知, QM 边上有粒子穿出的长度  $d_1 = 2\sqrt{R^2 - (PQ - R)^2} = \frac{6}{5}R$  ..... (2分)

MN 边上有粒子穿出的长度为  $d_2 = \frac{8}{5}R - \sqrt{R^2 - (\frac{PN}{2} - R)^2} = \frac{8 - 2\sqrt{6}}{5}R$  ..... (2分)

【或①QM上穿出的粒子离Q最近 $\frac{3}{5}R$ ;②QM上穿出的粒子离Q最远 $\frac{9}{5}R$ ;③MN上穿出的粒子离M最近 $\frac{1}{5}R$ ;④

MN上穿出的粒子离M最远 $(\frac{9}{5}-\frac{2\sqrt{6}}{5})R$ 。这四个临界对一个给1分,对两个以上给2分,结果各1分】

15. (16分)【解析】(1)小球C沿A槽圆弧下滑的过程中,小球C和A槽水平方向动量守恒  $mv_{Cx}=4mv_A$  ..... (1分)

两边同时对时间求和,则  $mx_1=4mx_2$  ..... (1分)

根据几何关系有  $x_1+x_2=R$  ..... (1分)

解得  $x_1=\frac{4}{5}R$  ..... (1分)

(2)设小球C第一次到达A槽最低点时的速度大小为  $v_1$ ,此时A槽的速度大小为  $v_A$ ,小球C和A槽水平方向动量守恒  $mv_1=4mv_A$  ..... (1分)

根据机械能守恒定律有  $mg(R+\frac{3}{2}R)=\frac{1}{2}mv_1^2+\frac{1}{2}\times 4mv_A^2$  ..... (1分)

解得  $v_1=2\sqrt{gR}$ ,方向水平向右, $v_A=\frac{\sqrt{gR}}{2}$ ,方向水平向左

设小球C第二次和第三次到达地面的速度为  $v_2$  和  $v_3$

从C滑上B到第二次回到地面,有

水平方向动量守恒  $mv_1=mv_2+4mv_B$  ..... (1分)

机械能守恒定律  $\frac{1}{2}mv_1^2=\frac{1}{2}mv_2^2+\frac{1}{2}\times 4mv_B^2$  ..... (1分)

解得  $v_2=-\frac{6\sqrt{gR}}{5}$ ,故  $v_2$  大小为  $\frac{6\sqrt{gR}}{5}$ ,方向水平向左 ..... (1分)

从C第二次回到地面到C第三次回到地面,有

水平方向动量守恒  $-mv_2+4mv_A=mv_3+4mv_{A1}$  ..... (1分)

机械能守恒定律  $\frac{1}{2}mv_2^2+\frac{1}{2}\times 4mv_A^2=\frac{1}{2}mv_3^2+\frac{1}{2}\times 4mv_{A1}^2$  ..... (1分)

解得  $v_3=\frac{2\sqrt{gR}}{25}$  ..... (1分)

(3)设小球C经过B槽最高点时的水平速度为  $v_x$ ,竖直速度为  $v_y$ ,小球C第一次做斜抛运动的水平位移为  $x$ ,小球第一次在B上运动过程的水平位移为  $x_C$ ,小球第一次在B槽上运动的时间为  $t_0$

水平方向动量守恒有  $mv_1=5mv_x$

根据机械能守恒定律有  $\frac{1}{2}mv_1^2=\frac{1}{2}m(v_x^2+v_y^2)+\frac{1}{2}\times 4mv_x^2+mgR$

解得  $v_x=\frac{2\sqrt{gR}}{5},v_y=\frac{\sqrt{30gR}}{5}$  ..... (1分)

第一次离开B到再回到B,小球C做斜抛运动,有

$x=v_x t, t=\frac{2v_y}{g}$  ..... (1分)

小球第一次在B上运动过程,由水平动量守恒

$mv_1 t_0=mx_C+4mx_B$  ..... (1分)

由几何关系有,有  $x_C-x_B=R$ ,以及  $x_C+x=d$

联立上述五式,得  $t_0=\frac{25d-20R-4\sqrt{30R}}{10\sqrt{gR}}$  ..... (1分)

【第三问用质心运动定理求,同样比照给分】