

卷9 ▶ 2025 年普通高中学业水平等级考试(山东卷)

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
答案	B	C	A	C	A	C	D	B	BD	BC	BD	AD

1. B 【命题点】光电效应

【深度解析】光电子最大初动能与遏止电压的关系为 $E_k = eU_c$ ，由题图可知，遏止电压关系为 $U_{c2} > U_{c3} > U_{c1}$ ，可得 $E_{k2} > E_{k3} > E_{k1}$ ，B 正确。

2. C 【命题点】分子间作用力与分子间距离关系图像

【深度解析】两个分子间距离 r 等于 r_0 时分子势能为零，分子间距离从 r_0 开始增大时，分子间作用力表现为引力，分子间作用力做负功，分子势能增大；分子间距离从 r_0 开始减小时，分子间作用力表现为斥力，分子间作用力也做负功，分子势能也增大；可知当 r 不等于 r_0 时， E_p 为正，C 正确。

3. A 【命题点】光的干涉+偏振

【深度解析】根据干涉条纹间距公式 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$ 可知，当 P_2 旋转时， L 、 d 、 λ 均不变，所以条纹间距不变；随着 P_2 的旋转，透过 P_2 的光强减小，则干涉条纹的亮度减小，A 正确。

4. C 【命题点】圆周运动

【深度解析】由题意可知，在最低点附近的曝光时间内小球走过的弧长 $l = \frac{1}{5}r = 0.12\text{ m}$ ，则小球的瞬时速度为 $v = \frac{l}{t} = 6\text{ m/s}$ ，在最低点，根据牛顿第二定律有 $T - mg = m\frac{v^2}{r}$ ，解得 $T = 7\text{ N}$ ，C 正确。

5. A 【命题点】功率的计算

【深度解析】设该光伏电池单位时间内获得的太阳能为 E ，小车匀速运动，则有 $F = f = kv$ ，小车的功率 $P_{\text{电}} = Fv = kv^2$ ，由于电动机的效率为 50%，则 $50\%E\eta = kv^2$ ，解得 $E = \frac{2kv^2}{\eta}$ ，A 正确。

6. C 【命题点】万有引力定律+动量守恒定律

【深度解析】设返回舱的质量为 m ，则轨道舱的质量为 $5m$ ，组合体绕行星做匀速圆周运动时，由万有引力提供向心力得 $G\frac{M \cdot 6m}{r^2} = 6m\frac{v^2}{r}$ ，解得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ ，轨道舱向前弹射返回舱的过程，取弹射前组合体的运动方向为正方向，根据动量守恒定律有 $6mv = 5mv_1 + mv_2$ ，解得 $v_1 = \frac{4}{5}\sqrt{\frac{GM}{r}}$ ，C 正确。

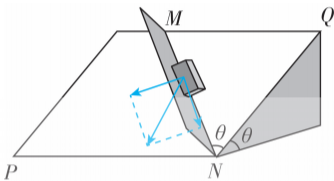
7. D 【命题点】交变电流的有效值+导体棒切割磁感线运动+法拉第电磁感应定律

【深度解析】导体棒通过磁场区域 I 过程中，产生的感应电动势为 $E_1 = BLv$ ，运动时间为 $t_1 = \frac{L}{v}$ ，导体棒通过磁场区域 II 过程中，产生的感应电动势为 $E_2 = B\frac{L}{2}v$ ，运动时间为 $t_2 = \frac{L}{v}$ ，设

该装置产生电动势的有效值为 E ，则有 $\frac{E^2}{R}(t_1 + t_2) = \frac{E_1^2}{R}t_1 + \frac{E_2^2}{R}t_2$ ，联立可得 $E = \frac{\sqrt{10}BLv}{4}$ ，D 正确。

8. B 【命题点】牛顿第二定律

【深度解析】将重力沿坡面的分力沿 MN 和垂直挡板所在平面分解，如图所示，由牛顿第二定律得 $mg\sin\theta\cos\theta - \mu mg\cos\theta - \mu mg\sin\theta \cdot \sin\theta = ma$ ，解得 $a = g\sin\theta\cos\theta - \mu g\cos\theta - \mu g\sin^2\theta$ ，B 正确。



9. BD 【命题点】机械波的图像问题

【深度解析】由题图可知甲波的波长为 $\lambda_{\text{甲}} = 4\text{ m}$ ，根据 $v = \frac{\lambda}{T}$ 可知甲波的周期为 $T_{\text{甲}} = \frac{\lambda_{\text{甲}}}{v} = 4\text{ s}$ ，A 错误；由题图和题意可知 $\frac{1}{2}\lambda_{\text{乙}} + \frac{1}{12}\lambda_{\text{乙}} \times 2 = 4\text{ m}$ ，可得乙波的波长为 $\lambda_{\text{乙}} = 6\text{ m}$ ，B 正确；由题图结合同侧法可知， $t = 0$ 时质点 M 向 y 轴正方向运动，所以 $t = 6\text{ s} = \frac{3}{2}T_{\text{甲}}$ 时质点 M 向 y 轴负方向运动，C 错误；根据 $v = \frac{\lambda}{T}$ 可知乙波的周期为 $T_{\text{乙}} = \frac{\lambda_{\text{乙}}}{v} = 6\text{ s}$ ，由题图结合同侧法可知， $t = 0$ 时质点 N 向 y 轴负方向运动，所以， $t = 6\text{ s} = T_{\text{乙}}$ 时质点 N 向 y 轴负方向运动，D 正确。

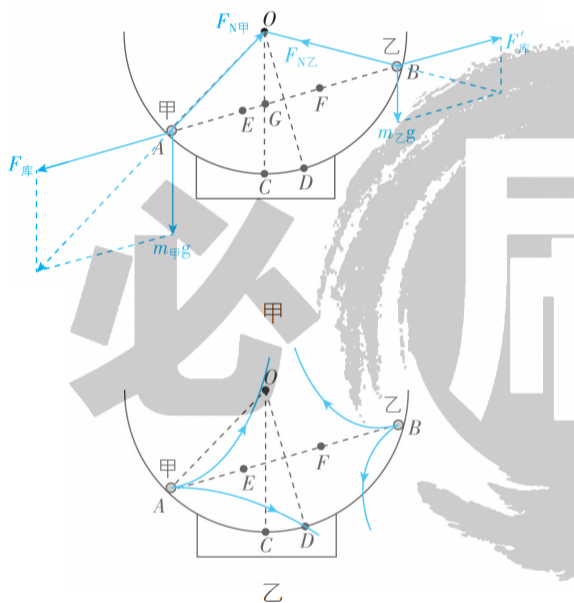
10. BC 【命题点】平抛运动+匀速圆周运动

【深度解析】物品释放后做平抛运动，在竖直方向有 $H = \frac{1}{2}gt_1^2$ ，可得 $t_1 = 2\text{ s}$ ，无人机做圆周运动的最大角速度为 ω_{max} ，物品做平抛运动的初速度为 $v_0 = \omega_{\text{max}}R_2$ ，物品做平抛运动的水平位移大小为 $x = v_0t_1$ ，根据几何关系有 $R_1^2 = R_2^2 + x^2$ ，联立可得 $\omega_{\text{max}} = \frac{2}{3}\text{ rad/s}$ ，A 错误，B 正确；无人机从 A 点运动到 B 点的时间为 $t_2 = \frac{1}{4} \times \frac{2\pi}{\omega_{\text{max}}} = \frac{3\pi}{4}\text{ s} > 2\text{ s}$ ，所以无人机运动到 B 点时，在 A 点释放的物品已经落地，C 正确，D 错误。

11. BD 【命题点】库仑定律+电场叠加+电势

【深度解析】小球甲、乙受力分析如图甲所示，设 OC 与 EF 的交点为 G ，根据三角形相似得， $\frac{m_{\text{甲}}g}{OG} = \frac{F_{\text{库}}}{AG}$ ， $\frac{m_{\text{乙}}g}{OG} = \frac{F'_{\text{库}}}{BG}$ ， $AG <$

BG ,由牛顿第三定律知 $F_{库}=F'_{库}$,则 $m_{甲}>m_{乙}$,**A 错误**;设 AB 连线上电场强度为零的点距 A 、 B 两点的距离分别为 $x_{甲}$ 、 $x_{乙}$,由电场叠加知, $k\frac{2q}{x_{甲}^2}=k\frac{q}{x_{乙}^2}$,则 $x_{甲}:x_{乙}=\sqrt{2}:1$,则电场强度为零的点在 OD 的右侧,电场线方向如图乙所示,由沿电场线方向电势降低知, C 点电势高于 D 点电势,**B 正确**;
 由电场叠加得, E 点电场强度大小为 $E_1=k\frac{2q}{\left(\frac{\sqrt{3}}{3}R\right)^2}-k\frac{q}{\left(\frac{2\sqrt{3}}{3}R\right)^2}=\frac{21kq}{4R^2}$,方向由 A 指向 B , F 点电场强度大小为 $E_2=k\frac{q}{\left(\frac{\sqrt{3}}{3}R\right)^2}-k\frac{2q}{\left(\frac{2\sqrt{3}}{3}R\right)^2}=\frac{3kq}{2R^2}$,方向由 B 指向 A ,**C 错误**;
 $OD\perp AB$,则 OD 垂直平分 AB ,沿直线从 O 到 D 电势先升高后降低,**D 正确**。



巧思快解

等量同种电荷连线的中点电场强度为 0,甲的电荷量大于乙的电荷量,故连线上场强为零的点离乙较近,大致画出电场线方向,由图乙知,**B、D 正确**; E 、 F 两点电场强度方向相反,**C 错误**。

12. AD 【命题点】带电粒子在电磁组合场中的运动

【深度解析】带电粒子在电场中做类平抛运动,根据题意和运动轨迹可知电场力方向沿 y 轴的正方向(**关键点:运动轨迹是以 y 轴为对称轴的抛物线的一部分**),由于粒子带正电,所以电场强度方向沿 y 轴正方向,在垂直电场方向有 $3L=v_0t_0$,在平行电场方向有 $2L=\frac{1}{2}\cdot\frac{qE}{m}t_0^2$,可得电场强度大小为 $E=\frac{4mL}{qt_0^2}$,粒子的初速度大小 $v_0=\frac{3L}{t_0}$,**A 正确**;根据题图乙和对称性可知粒子在区域 II 内圆周运动的半径 $R=\frac{10}{3}L$,**B**

错误;设带电粒子进入磁场的速度大小为 v_1 ,则有 $\frac{1}{2}mv_1^2=\frac{1}{2}mv_0^2+qE\cdot 2L$,解得带电粒子进入磁场的速度大小为 $v_1=\frac{5L}{t_0}$,在磁场中根据洛伦兹力提供向心力有 $qv_1B=\frac{mv_1^2}{R}$,可得区域 II 内磁感应强度大小为 $B=\frac{3m}{2qt_0}$,根据左手定则可知磁场方向垂直 Oxy 平面向外,**C 错误**;设带电粒子进入磁场的速度与水平方向的夹角为 θ ,则有 $\tan\theta=\frac{v_y}{v_0}=\frac{qEt_0}{mv_0}=\frac{4}{3}$,则 $\theta=53^\circ$,粒子在区域 II 内圆周运动的圆心的横坐标为 $x=3L+R\sin\theta=\frac{17L}{3}$,纵坐标为 $y=2L-R\cos\theta=0$,即圆心的坐标为 $\left(\frac{17L}{3},0\right)$,**D 正确**。

一题多解

设带电粒子进入磁场的速度与水平方向的夹角为 θ ,则有 $\tan\theta=\frac{y}{x}=\frac{2L}{3L}=\frac{4}{3}$,带电粒子进入磁场的速度大小为 $v_1=\frac{v_0}{\cos\theta}=\frac{5L}{t_0}$,在磁场中根据洛伦兹力提供向心力有 $qv_1B=\frac{mv_1^2}{R}$,可得区域 II 内磁感应强度大小为 $B=\frac{3m}{2qt_0}$,根据左手定则可知磁场方向垂直 Oxy 平面向外,**C 错误**。

- 13. (1) 1.00(2 分) (2) 0.41(2 分) (3) 增大(1 分) (4) kg^{-1} (1 分)**

【命题点】验证牛顿第二定律

【思路引导】第(3)问中图像有横截距,意味着有 F 时没有加速度,说明未平衡摩擦力或者平衡摩擦力不足。

【深度解析】(1)光电门测速度时选较窄的遮光片准确度更高,故选用 $d=1.00\text{ cm}$ 的遮光片。

$$(2) a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t} = \frac{0.81 - 0.40}{1.00} \text{ m/s}^2 = 0.41 \text{ m/s}^2.$$

(3)在题图乙中 $F<0.05\text{ N}$ 时 $a=0$,说明装置未平衡摩擦力或者平衡摩擦力不足,应该增大轨道的倾角。

(4)题图乙中直线满足的关系式为 $F-f=ma$,得 $a=\frac{1}{m}F-\frac{f}{m}$,斜率为 $\frac{1}{m}$,所以斜率的单位为 kg^{-1} 。

- 14. (1) 200(2 分) 2.4(2 分) (2) 100(2 分) (3) 0.9(2 分)**

【命题点】远距离高压输电

【深度解析】(1)题图乙电流表分度值是 5 mA ,应精确到 1 mA ,所以读数为 200 mA ;学生电源的输出功率 $P=UI_1=12\times 0.2\text{ W}=2.4\text{ W}$ 。

(2)由题意知电阻箱阻值不变,由 $P=I^2R$ 知低压输电和高压输电时电阻箱消耗的功率的比值 $\frac{P_1}{P_2}=\frac{I_1^2}{I_2^2}=100$,所以低压

输电时电阻箱消耗的功率是高压输电时电阻箱消耗功率的100倍。

(3) 高压输电时学生电源的输出功率 $P' = UI_3 = 12 \times 0.125 \text{ W} = 1.5 \text{ W}$, 所以高压输电时学生电源的输出功率比低压输电时减少了 $\Delta P = P - P' = 0.9 \text{ W}$ 。

15. (1) $\sqrt{3}$ (2) $\frac{19\sqrt{3}R}{5c}$

【命题点】光学计算

【深度解析】(1) 根据题意作出光路图如图1所示, 入射角

满足 $\sin \alpha = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}R}{R} = \frac{\sqrt{3}}{2}$ (1分)

解得 $\alpha = 60^\circ$ (1分)

由几何关系可知 $\alpha = 2\beta$,

解得 $\beta = 30^\circ$ (1分)

$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \sqrt{3}$ (1分)

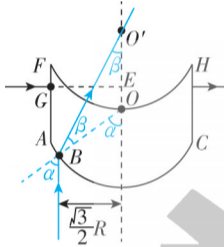


图1

(2) 若该单色光从G点沿GE方向垂直AF射入介质, 设第一次射到介质表面的点为D, 且 $O'E = \frac{\sqrt{2}}{2}R$,

可知 $\sin \theta = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}R}{R} = \frac{\sqrt{2}}{2}$ (1分)

由于 $\sin \theta = \frac{\sqrt{2}}{2} > \sin C = \frac{1}{n} = \frac{\sqrt{3}}{3}$, 所以光线在D点发生全反射, 光路图如图2所示,

根据几何关系可得, 光在介质中传播的距离为 $L = 2(GE + AF) = \frac{19}{5}R$ (1分)

光在介质中传播的速度为 $v = \frac{c}{n} = \frac{\sqrt{3}}{3}c$ (1分)

所以光在介质中的传播时间 $t = \frac{L}{v} = \frac{19\sqrt{3}R}{5c}$ (1分)

16. (1) $\frac{4}{3}h_1$ (2) $\frac{8p_0h_1S}{63}$

【命题点】理想气体状态方程+热力学第一定律

【深度解析】(1) $T_1 \rightarrow T_2$ 升温过程中, 理想气体等压膨胀, 由盖-吕萨克定律得

$\frac{h_1S}{T_1} = \frac{h_2S}{T_2}$ (1分)

解得 $h_2 = \frac{4}{3}h_1$ (1分)

(2) 活塞缓慢上升, 由受力平衡得

$p_0S + f_0 = p_1S,$

解得封闭的理想气体压强 $p_1 = \frac{22}{21}p_0$ (1分)

$T_1 \rightarrow T_2$ 升温过程中, 理想气体等压膨胀, 外界对气体做功

$W_1 = -p_1(h_2 - h_1)S = -\frac{22p_0h_1S}{63}$ (1分)

$T_2 \rightarrow T_3$ 降温过程中, 气体发生等容变化, 外界对气体做功 $W_2 = 0,$

活塞缓慢下降时, 受力平衡, 有 $p_0S = f_0 + p_3S,$

解得封闭的理想气体压强 $p_3 = \frac{20}{21}p_0$ (1分)

$T_3 \rightarrow T_4$ 降温过程中, 理想气体等压压缩, 由盖-吕萨克定律得

$\frac{h_2S}{T_3} = \frac{h_4S}{T_4},$

解得 $h_4 = \frac{11}{10}h_1,$

外界对气体做功 $W_3 = p_3(h_2 - h_4)S = \frac{2p_0h_1S}{9}$ (1分)

全程外界对气体做功 $W = W_1 + W_2 + W_3 = \frac{-8p_0h_1S}{63},$

因为 $T_1 = T_4$, 故封闭的理想气体总内能变化 $\Delta U = 0,$

由热力学第一定律得 $\Delta U = W + Q$ (1分)

解得 $Q = \frac{8p_0h_1S}{63},$

故封闭气体吸收的净热量 $Q = \frac{8p_0h_1S}{63}$ (1分)

17. (1) 6 m/s $\frac{2}{3} \text{ m/s}$ (2) $\frac{2}{3} \text{ m/s}$ 2.5 J

【命题点】动量守恒定律与能量守恒定律的综合应用+弹簧连接体中的机械能守恒

【深度解析】(1) 方形物体与小球组成的系统在水平方向动量守恒, 以水平向左为正方向, 则有 $mv_1 - Mv_2 = 0$ (1分)

根据能量守恒定律有 $mgh = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_2^2$ (1分)

代入数据联立解得 $v_1 = 6 \text{ m/s}, v_2 = \frac{2}{3} \text{ m/s}$ (2分)

(2) 小球做平抛运动过程中, 水平方向为匀速直线运动, 小球与a碰撞并粘在一起的过程中, 小球与a组成的系统水平方向动量守恒, 则有 $mv_1 = (m + m_a)v_3$ (1分)

解得 $v_3 = 2 \text{ m/s}$ (1分)

当弹簧拉力达到 $F = 15 \text{ N}$ 时, b解除锁定开始运动, 则有 $F = kx_1$ (1分)

根据能量守恒定律有 $\frac{1}{2}(m + m_a)v_3^2 = \frac{1}{2}kx_1^2 + \frac{1}{2}(m + m_a)v_4^2$ (2分)

解得 $v_4 = 1 \text{ m/s}$ (1分)

b解除锁定后, 小球与a、b、弹簧组成的系统动量守恒、能量

守恒, 弹簧弹性势能最大时, 小球与 a 、 b 共速, 则有
 $(m+m_a)v_4=(m+m_a+m_b)v_b$ (1分)

弹性势能的最大值为 $E_{\text{pm}}=\frac{1}{2}(m+m_a)v_3^2-\frac{1}{2}(m+m_a+m_b)v_b^2$
 (1分)

代入数据可得 $v_b=\frac{2}{3}\text{ m/s}$, $E_{\text{pm}}=2.5\text{ J}$ (2分)

18. (1) $\frac{mgR\tan\alpha}{B^2L^2\cos\alpha}$ $\frac{m^2gR^2\sin\alpha}{2B^4L^4\cos^4\alpha}$ (2) $\frac{mv_0R}{k_2L^4}$

【命题点】电磁感应综合问题

【思路引导】第(2)问中, 当金属框 $epqf$ 在区域 II 中运动时, B_1 随 t 和 x 变化, 求电动势应分别求解, 即一个感生电动势、一个动生电动势, 且由于两电动势产生的感应电流方向一致, 则两电动势应相加; ef 边和 pq 边均受到安培力, 且方向相反, 当合安培力大小等于重力沿轨道向下的分力时, 金属框达到稳定状态。

【深度解析】(1) 金属框从开始进入到完全离开区域 I 的过程中, 金属框只有一条边切割磁感线, 根据楞次定律可得, 金属框受到的安培力水平向左, 金属框切割磁感线产生的感应电动势 $E=BLv\cos\alpha$ (1分)

金属框中电流 $I=\frac{E}{R}$ (1分)

金属框做匀速直线运动, 则有 $BIL\cos\alpha=mgsin\alpha$ (1分)

解得金属框从开始进入到完全离开区域 I 的过程的速率

$v=\frac{mgR\tan\alpha}{B^2L^2\cos\alpha}$ (1分)

金属框从开始释放到 pq 边进入磁场的过程中, 只有重力做功, 由动能定理可得 $mgssin\alpha=\frac{1}{2}mv^2$ (1分)

可得释放时 pq 边与区域 I 上边界的距离

$s=\frac{v^2}{2gsin\alpha}=\frac{m^2gR^2\sin\alpha}{2B^4L^4\cos^4\alpha}$ (1分)

(2) 当 ef 边进入磁场 II 后金属框达到稳定状态时, 设速度为 v' ,

金属框中产生的感应电动势

$E=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=\frac{\Delta B}{\Delta t}L^2=k_1L^2+[k_2(d+L)-k_2d]Lv'=k_1L^2+k_2L^2v'$ (2分)

此时回路中的感应电流 $I=\frac{E}{R}$, 根据平衡条件有

$mgsin\alpha=[k_1t+k_2(d+L)]IL-(k_1t+k_2d)IL=k_2L^2I$ (2分)

代入 $k_1=\frac{mgRsin\alpha}{k_2L^4}$,

解得 $v'=0$ (1分)

对于该过程, 由动量定理有 $mgtsin\alpha-\sum\{[k_1t+k_2(d+L)]-(k_1t+k_2d)\}iL\Delta t=0-mv_0$ (2分)

即 $mgtsin\alpha-\sum k_2L^2i\Delta t=0-mv_0$,

其中 $\sum i\Delta t=\sum\frac{E'}{R}\Delta t=\sum\frac{k_1L^2+k_2L^2v''}{R}\Delta t=\frac{k_1L^2t}{R}+\sum\frac{k_2L^2v''\Delta t}{R}=$

$\frac{k_1L^2t}{R}+\frac{k_2L^2d}{R}$ (2分)

联立解得 $d=\frac{mv_0R}{k_2L^4}$ (1分)