

物 理

一、选择题

二、选择题

14. C

【命题意图】考查平抛运动。

【解析】A、B 两球相遇的时间 $t = \frac{x_{AB}}{v_A + v_B}$, 下落的高度 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 。

15. D

【命题意图】考查静电场的基本性质。

【解析】电场强度的方向是电势降低最快的方向。电势为零的地方电场强度不一定为零,带电的物体电势也可以为零。电场强度的方向与等势面垂直且由高等势面指向低等势面,在同一等势面上各点的电场强度不一定相同。电场线平行间距不均等的电场不存在,即电场线为平行直线的电场一定是匀强电场。

16. D

【命题意图】从穿过线圈的磁通量的变化规律的角度考查交流电的产生和变化规律,考查应用数学解决物理问题的能力(简单的微积分知识)。

【解析】方法(一)由图可知 $\Phi = \frac{1}{\pi} \times 10^{-2} \sin 100\pi t$ (Wb), $e = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 100 \cos 100\pi t$ (V),

$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = 50\sqrt{2}$ V; 线圈位于中性面时,穿过的磁通量最大,线圈产生的感应电动势为零,线圈每通过中性面一次,电流方向改变一次。

方法(二) $E_m = nBS\omega = n\Phi_m \frac{2\pi}{T}$, $\Phi_m = \frac{1}{\pi} \times 10^{-2}$ Wb, $T = 0.02$ s, 解得 $E_m = 100$ V。

17. B

【命题意图】考查绳子端点速度的分解、牛顿第二定律、机车的功率,考查分析综合能力。

【解析】小船经过 A 点时,沿绳方向的速度为 $v_1 \cos \alpha$, 绳子的拉力 $F_A = \frac{P}{v_1 \cos \alpha}$ 。小船经过 B 点时,

由牛顿第二定律 $\frac{P}{v_2 \cos \beta} \cos \beta - f = ma_B$, 得 $a_B = \frac{P - fv_2}{mv_2}$, 小船做加速度减小的加速运动。当绳子与海面的夹角为 θ 时,小船的速度最大, $\frac{P}{v_m \cos \theta} \cos \theta - f = 0$, 得 $v_m = \frac{P}{f}$ 。

18. D

【命题意图】以“慧眼”卫星为背景从动力学、运动学两个角度考查天体的圆周运动,体现对事物的相同点和不同点的比较。

【解析】“慧眼”卫星和地球同步卫星的向心力都是地球对卫星的万有引力提供,地面上物体随地球自转的向心力是万有引力的一个分力;同步卫星和赤道上的物体做圆周运动的周期相同。

对 a、b: 由 $G \frac{mM}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$, 得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, $\frac{v_a}{v_b} = \sqrt{\frac{r_b}{r_a}} = \sqrt{6}$; 由 $G \frac{mM}{r^2} = m\omega^2 r$, 得 $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$, $\frac{\omega_a}{\omega_b} = \sqrt{\frac{r_b^3}{r_a^3}}$
 $= 6\sqrt{6}$; 由 $G \frac{mM}{r^2} = ma$, 得 $a = G \frac{M}{r^2}$, $\frac{a_a}{a_b} = \frac{r_b^2}{r_a^2} = 6^2$ 。

对 b、c: $\frac{\omega_b}{\omega_c} = 1$, 故 $\frac{a_b}{a_c} = \frac{\omega_b}{\omega_c} \cdot \frac{r_b}{r_c} = 6\sqrt{6}$; $\frac{a_b}{a_c} = \frac{r_b}{r_c} = 6$, 故 $\frac{a_a}{a_c} = \frac{a_a}{a_b} \cdot \frac{a_b}{a_c} = 237.6$ 。

19. AB

【命题意图】以我国自主研发的钍基熔盐堆(第四代核反应堆)为背景考查 β 衰变的本质、结合比结合能、由结合能计算核能。

【解析】 β 衰变的本质： ${}_0^1\text{n} \rightarrow {}_1^1\text{H} + {}_{-1}^0\text{e}$ ，故铀 233 比铀 232 少一个中子。原子核的质量数越大，结合能越大，质量数中等的原子核的比结合能大(如铁的比结合能最大)。核反应释放的能量等于生成物的结合能减去反应物的结合能。

20. AC

【命题意图】考查直电流的磁场、楞次定律、法拉第电磁感应定律、通电圆环在直电流产生的磁场中受到的安培力。

【解析】穿过圆环的磁通量增大，圆环中产生逆时针方向的感应电流，圆环各小段受到的安培力方向指向圆心，圆环具有收缩的趋势，圆环受到安培力的合力方向水平向右，故圆环做匀速运动，圆环对轨道 PQ 有压力。圆环产生的感应电动势 $E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Phi_0}{t}$ ，圆环产生的电热 $Q = \frac{E^2}{r}t = \frac{\Phi_0^2}{tr}$ 。

21. CD

【命题意图】考查带电粒子在磁场中的圆周运动、碰撞中的动量守恒、物理量间的制约关系。

【解析】由左手定则可知微粒 1 带负电。对微粒 1： $t_1 = \frac{\pi r}{v_1}$ ，对微粒 2： $t_1 = \frac{\pi \cdot 2r}{v_2}$ ，解得 $v_1 = v_2$ 。对微粒 1： $r = \frac{m_1 v_1}{q_1 B}$ ，对微粒 2： $2r = \frac{m_2 v_1}{q_2 B}$ 。

若 $m_1 > m_2$ ，则 $q_1 > q_2$ ，微粒 3 沿顺时针方向运动到达 O 点，对微粒 3： $\frac{r}{2} = \frac{m_1 v_1 - m_2 v_1}{(q_1 - q_2)B}$ ，解得 $q_1 =$

$3q_2$ ， $2m_1 = 3m_2$ ， $v_3 = \frac{m_1 v_1 - m_2 v_1}{m_1 + m_2} = \frac{1}{5}v_1$ ， $t_2 = \frac{\pi \cdot \frac{r}{2}}{v_3} = \frac{5\pi r}{2v_1}$ ，解得 $t_1 : t_2 = 2 : 5$ 。

若 $m_1 < m_2$ ，要使微粒 3 到达 O 点，则 $q_2 > q_1$ ，对微粒 3： $\frac{r}{2} = \frac{m_2 v_1 - m_1 v_1}{(q_2 - q_1)B}$ ，解得 $q_1 = 3q_2$ ，故此情景不存在。

三、非选择题

(一)必考题

22. (1) 10.00(3 分) (2) $\frac{d}{\Delta t_1}$ (1 分) $\frac{d}{t}(\frac{1}{\Delta t_2} - \frac{1}{\Delta t_1})$ (2 分)

【命题意图】考查光电门测量速度、加速度，考查 50 分度游标卡尺的读数和零误差。

【解析】(1)校零时主尺的零刻度与游标的零刻度之间的距离为 $OO' = 26 \times \frac{49}{50} \text{mm} - 25 \text{mm} = 1 \text{mm} - 26 \times \frac{1}{50} \text{mm}$ ，遮光条的宽度 $d = 9.52 \text{mm} + OO' = 9.52 \text{mm} + 1 \text{mm} - 26 \times \frac{1}{50} \text{mm} = 10.52 \text{mm} - 0.52 \text{mm} = 10.00 \text{mm}$ 。

(2) $v_1 = \frac{d}{\Delta t_1}$ ， $v_2 = \frac{d}{\Delta t_2}$ ， $a = \frac{v_2 - v_1}{t}$ ，解得 $a = \frac{d}{t}(\frac{1}{\Delta t_2} - \frac{1}{\Delta t_1})$ 。

23. (1) 0.20(1 分) -1.0×10^2 (2 分)

(2) 5.0(2 分) 1.0×10^2 (2 分)

(3) 等于(1 分) 小于(1 分)

【命题意图】用函数图像处理实验数据和误差分析，体现方程和函数相结合的思想。不仅会用一次函数的截距和斜率求解物理量，还要会用纵轴和横轴的截距求解物理量。

【解析】(1)由图可知 $b = 0.20$ ， $a = -1.0 \times 10^{-2}$ 。

(2) 不考虑电压表的影响, 由欧姆定律有 $U_{01} = U + \frac{U}{R_{r1}} R$, 得 $\frac{1}{U} = \frac{1}{U_{01}} + \frac{1}{U_{01} R_{r1}} R$,
故 $b = \frac{1}{U_{01}}$, $a = -R_{r1}$, 得 $U_{01} = 5.0 \text{ V}$, $R_{r1} = 1.0 \times 10^2 \Omega$.

(3) 考虑电压表的影响, 由欧姆定律有 $U_{02} = U + (\frac{U}{R_{r2}} + \frac{U}{R_V}) R$, 得 $\frac{1}{U} = \frac{1}{U_{02}} + \frac{R_{r2} + R_V}{U_{02} R_{r2} R_V} R$,
故 $b = \frac{1}{U_{02}}$, $a = -\frac{R_{r2} R_V}{R_{r2} + R_V}$, 得 $U_{01} = U_{02}$, $R_{r1} = \frac{R_{r2} R_V}{R_{r2} + R_V}$.

24. (1) $E = \frac{3mg}{4q}$ (2) $E_k = \frac{2}{3} E_0$

【命题意图】以带电体在电场中的直线运动为背景考查动能定理、功能关系, 电场力、重力、阻力做功的特点, 体现物理过程的选择和解方程的技巧。

【解析】(1) 小球沿直线运动有

$$mg \sin 37^\circ = qE \sin 53^\circ \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

$$\text{解得 } E = \frac{3mg}{4q} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

(2) 设小球沿直线向上运动的最大位移为 x , 空气阻力大小为 f , 由动能定理有

$$-(f + mg \sin 53^\circ + qE \sin 37^\circ)x = 0 - E_0 \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

$$\text{由功能关系有} \quad (f + qE \sin 37^\circ)x = \frac{7}{15} E_0 \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

$$\text{解得 } fx = \frac{1}{6} E_0$$

小球从 P 点沿直线向上运动到回到 P 点, 由动能定理有

$$-2fx = E_k - E_0 \dots\dots\dots 3 \text{ 分}$$

$$\text{解得 } E_k = \frac{2}{3} E_0 \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

25. (1) $v_{A0} = 4 \text{ m/s}$, $v_{B0} = 1 \text{ m/s}$ (2) $v_A = 2 \text{ m/s}$, $v_B = 5 \text{ m/s}$ (3) $t = \frac{5}{6} \text{ s}$

【命题意图】考查板块模型中的力和运动的关系, 考查弹性正碰, 通过多个物理过程考查分析综合能力, 考查考生对答案的审视素养。

【解析】(1) 设碰前 A 的加速度为 a_1 , B 、 C 的共同加速度为 a_2 , 则

$$a_1 = \mu_2 g = 4 \text{ m/s}^2 \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

对 B 、 C 有

$$2\mu_2 mg - 4\mu_1 mg = 2ma_2$$

$$\text{得 } a_2 = 2 \text{ m/s}^2 < \mu_2 g \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

设经时间 t_1 , A 、 B 相碰, 则

$$L = v_0 t_1 - \frac{1}{2} a_1 t_1^2 - \frac{1}{2} a_2 t_1^2 \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

$$\text{代入数据解得 } t_1 = 0.5 \text{ s}, t_1 = 1.5 \text{ s (舍去)} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\text{碰前 } A \text{ 的速度 } v_{A0} = v_0 - a_1 t_1 = 4 \text{ m/s} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\text{碰前 } B \text{ 的速度 } v_{B0} = a_2 t_1 = 1 \text{ m/s} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

(2) 设碰撞后 A 、 B 的速度分别为 v_A 、 v_B , 则

$$2mv_{A0} + mv_{B0} = 2mv_A + mv_B \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{2}(2m)v_A^2 + \frac{1}{2}mv_B^2 &= \frac{1}{2}(2m)v_A^2 + \frac{1}{2}mv_B^2 \dots\dots\dots 2 \text{分} \\ \text{解得 } v_A &= 2\text{m/s}, v_B = 5\text{m/s} \dots\dots\dots 2 \text{分} \\ (3) \text{ 设经时间 } t_2, A, C \text{ 达共同速度 } v_1, C \text{ 的加速度大小为 } a_3, \text{ 则 } 3\mu_2 mg - 4\mu_1 mg &= ma_3 \dots\dots\dots 1 \text{分} \\ \text{得 } a_3 &= 8\text{m/s}^2 \dots\dots\dots 1 \text{分} \\ \text{对 } A \text{ 有} \dots\dots\dots 1 \text{分} \\ v_1 &= v_A - a_1 t_2 \dots\dots\dots 1 \text{分} \\ \text{对 } C \text{ 有} \dots\dots\dots 1 \text{分} \\ v_1 &= v_B + a_3 t_2 \dots\dots\dots 1 \text{分} \\ \text{解得 } v_1 &= \frac{5}{3}\text{m/s} \dots\dots\dots 1 \text{分} \\ A, C \text{ 达共同速度后, 设 } A, C \text{ 的共同加速度为 } a_4, \text{ 则 } \mu_2 mg - 4\mu_1 mg &= ma_4 \dots\dots\dots 1 \text{分} \\ \text{得 } a_4 &= 0 \dots\dots\dots 1 \text{分} \\ \text{设 } C \text{ 做匀速运动的时间为 } t_3, \text{ 对 } B \text{ 有} \dots\dots\dots 1 \text{分} \\ v_1 &= v_B - a_1(t_2 + t_3) \dots\dots\dots 1 \text{分} \\ \text{解得物块 } B \text{ 在木板 } C \text{ 上滑动的时间 } t &= t_2 + t_3 = \frac{5}{6}\text{s} \dots\dots\dots 1 \text{分} \end{aligned}$$

(二) 选考题

33. [物理——选修 3-3]

(1) BDE(选对 1 个得 2 分, 选对 2 个得 4 分, 选对 3 个得 5 分。每选错 1 个扣 3 分, 最低得分为 0 分)

【命题意图】考查分子力和分子势能。

【解析】由斥力大于引力有 $\frac{d}{r^c} > \frac{b}{r^a}$, $\frac{r^a}{r^c} > \frac{b}{d}$; 因为 $c > a$, $r^{-a} < \frac{d}{b}$, $r < \left(\frac{d}{b}\right)^{\frac{1}{c-a}} = \left(\frac{b}{d}\right)^{\frac{1}{a-c}}$ 。

(2) (i) 4cm (ii) 60cmHg

【命题意图】考查气体的状态方程。

【解析】(i) 设气缸水银面下降 x_1 , 竖直管水银面上升 x_2 , 有

$$x_1 S_1 = x_2 S_2 \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

$$x_1 + x_2 = h \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

$$\text{解得 } x_1 = 4\text{cm} \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

$$(ii) \text{ 设大气压强为 } p_0(\text{cmHg}), \text{ 气缸气体初始状态的压强 } p_1 = p_0 - h(\text{cmHg}) \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

$$\text{气缸气体初始状态的体积 } V_1 = L_1 S_1 = 600\text{cm}^3$$

$$\text{气缸气体末状态的压强 } p_2 = p_0(\text{cmHg}) \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

$$\text{气缸气体末状态的体积 } V_2 = (L_1 + x_1) S_1 = 720\text{cm}^3 \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

由理想气体的状态方程有

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \dots\dots\dots 2 \text{分}$$

$$\text{解得 } p_0 = 76\text{cmHg}, p_1 = 60\text{cmHg} \dots\dots\dots 2 \text{分}$$

34. [物理——选修 3-4]

(1) ACD(选对 1 个得 2 分, 选对 2 个得 4 分, 选对 3 个得 5 分。每选错 1 个扣 3 分, 最低得分为 0 分)

【命题意图】考查波长、波速、频率的关系, 波的干涉。

【解析】由图可知波长 $\lambda = 8\text{m}$, 波的频率 $f = \frac{v}{\lambda} = 1.25\text{Hz}$ 。两列波相遇会产生稳定的干涉图样, 在 $x = \pm 4n\text{m}(n=0, 1, 2, \dots)$ 处质点振动的振幅为 12cm , 在 $x = \pm (2+4n)\text{m}(n=0, 1, 2, \dots)$ 处质点振动

的振幅为零,其他位置的振幅 $0 < A < 12\text{cm}$,两列波叠加后振动的周期为 0.8s 。

(2)(i) $n = \sqrt{2} \approx 1.41$ (ii) 小于

【命题意图】考查光的反射、折射,几何知识。

【解析】(i) 设光线在球面的入射角为 i , 折射角为 r 。由折射定律

有 $\sin i = n \sin r$ 2分

由几何关系有

$\theta = 2(i - r)$ 2分

由几何关系和光路可逆原理知光线 1、2 的出射角均为 i , 由对称性和几何关系有

$2r = \frac{\alpha}{2} + i$ 2分

代入数据解得 $n = \sqrt{2} \approx 1.41$ 2分

(ii) 由 $\sin i = n \sin r$ 可知 n 变大, r 变小; 由 $2r = \frac{\alpha}{2} + i$ 可知 r 变小, α 变小。 2分

