参考答案与详解

2021 年河北省普通高中学业水平选择性考试 · 物理

本站自编 | 共 16 题

本题答案与解析由逐光知理物理教研组依据原卷独立编撰，选择题给出答案键，非选择题给出关键公式与演算过程，供校核使用。公式与物理量按 *Times New Roman* 斜体排版。

1 C	**2** C	**3** B	**4** D	**5** B	**6** A
7 A	**8** BC	**9** BD	**10** ACD		

1．答案：C

【解析】$^{26}_{13}\mathrm{Al}$ 与 $^{26}_{12}\mathrm{Mg}$ 的质量数相同，但核子组成不同，核反应中放出能量，存在质量亏损，两核质量并不相等，A 错。铝 26 的中子数为 $26-13=13$，镁 26 的中子数为 $26-12=14$，铝核中子数较少，B 错。半衰期由原子核内部结构决定，与温度、压强等外界条件无关，C 对。经过 144 万年为两个半衰期，现有铝 26 还剩 $\frac{1}{4}$，不会全部衰变，D 错。故选 C。

2．答案：C

【解析】平抛运动水平方向匀速，$t_1=\frac{x}{v_0}=\frac{0.2}{100}\,\mathrm{s}=2\times10^{-3}\,\mathrm{s}$。竖直上抛从 P 到最高点 Q 的高度为 $0.2\,\mathrm{m}$，上升时间 $t=\sqrt{\frac{2h}{g}}=\sqrt{\frac{2\times0.2}{10}}\,\mathrm{s}=0.2\,\mathrm{s}$，往返总时间 $t_2=0.4\,\mathrm{s}$。故 $t_1:t_2=0.002:0.4=1:200$。故选 C。

3．答案：B

【解析】由 $E=h\nu$ 得 $[h]=\mathrm{J\cdot s}=\mathrm{kg\cdot m^2/s}$；电子动量 m_ec 的单位为 $\mathrm{kg\cdot m/s}$。二者相除，$\frac{h}{m_ec}$ 的单位为 m，即长度单位。故选 B。

4．答案：D

【解析】万有引力提供向心力，$G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$，得 $r^3=\frac{GMT^2}{4\pi^2}$，即 $r\propto(MT^2)^{1/3}$。飞船绕火星：$M_{\mathrm{Ma}}=0.1M_{\mathrm{x}}$，$T=2$ 个地球日；同步卫星绕地球：$T=1$ 个地球日。故 $\frac{r_{\mathrm{x}}}{r_{\mathrm{x}}}=\sqrt[3]{\frac{0.1\times2^2}{1^2}}=\sqrt[3]{\frac{2}{5}}$。故选 D。

5．答案：B

【解析】等离子体进入板间后，正离子向 Q 板偏转，负离子向 P 板偏转，故 Q 板电势高、P 板电势低，金属棒中电流由 a 流向 b。稳定时 $q\frac{U}{d}=qB_1v$，得 $U=B_1dv$；由 $I=\frac{U}{R}$，金属棒所受安培力 $F=B_2IL=\frac{B_1B_2Ldv}{R}$。金属棒恰好静止，故 $F=mg\sin\theta$，解得 $v=\frac{mgR\sin\theta}{B_1B_2Ld}$。安培力沿导轨向上，由左手定则知导轨处磁场垂直导轨平面向下。故选 B。

6．答案：A

【解析】小球下落到细绳未接触部分竖直时，绳与圆柱体相切于圆柱右侧，接触部分对应圆心角 90°，长度 $\frac{1}{4}\cdot2\pi R=\frac{\pi R}{2}$，未接触部分长 $\pi R-\frac{\pi R}{2}=\frac{\pi R}{2}$。切点比 P 点低 R，故小球下落高度 $h=R+\frac{\pi R}{2}$。细绳张力始终与小球速度方向垂直，不做功，机械能守恒，$mgh=\frac{1}{2}mv^2$，得 $v=\sqrt{(2+\pi)gR}$。故选 A。

7．答案：A

【解析】金属棒位于 $x = vt$ 处时，两导轨间有效长度 $L(x) = 2x\tan\theta = 2vt\tan\theta$，感应电动势 $E = BLv = 2Bv^2t\tan\theta$。电容器电荷量 $Q = CE$，电流 $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = 2BCv^2\tan\theta$，恒定，A 对。到达 x_0 时 $Q = 2BCvx_0\tan\theta$，B 错。由右手定则，金属棒中感应电动势使上极板带正电，C 错。安培力 $F = BIL = 4B^2Cv^2\tan^2\theta x$，随 x 增大，外力功率 $P = Fv$ 也随 x 增大，不恒定，D 错。故选 A。

8．答案：BC

【解析】发电机电动势最大值 $E_m = NBS\omega = 2NBL^2\omega$，有效值 $U_0 = \sqrt{2}NBL^2\omega$。设两副线圈电压为 U_1、U_2，电流表读数为 I，则 $U_1 = IR_1$，$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$，故 $U_2 = \frac{n_2}{n_1}IR_1$，B 对。通过 R_2 的电流 $I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{n_2R_1}{n_1R_2}I$，A 错。由 $\frac{U_0}{U_1} = \frac{n_0}{n_1}$ 得 $\frac{n_0}{n_1} = \frac{\sqrt{2}NBL^2\omega}{IR_1}$，C 对。发电机功率 $P = U_0(I + \frac{n_2}{n_0}I_2)$，不等于题给 $\frac{\sqrt{2}NBL^2\omega I(n_1 + n_2)}{n_0}$，D 错。故选 BC。

9．答案：BD

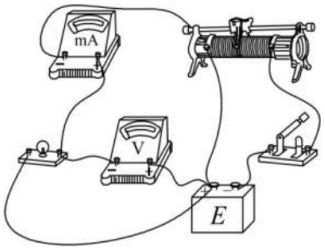
【解析】小球相对 PQ 杆静止，竖直方向弹簧弹力的竖直分量与重力平衡。若弹簧形变量改变，弹力竖直分量随之改变，无法继续保持竖直平衡，因此弹簧形变量不变，小球高度不变，A 错、B 对。小球做匀速圆周运动，合外力提供向心力，$F_{\text{net}} = m\omega^2r$，角速度增大，合外力增大，D 对。杆对小球的水平弹力 $N = |kx\cos\theta - m\omega^2r|$，角速度增大时可能增大也可能减小，故小球对杆的压力不一定变大，C 错。故选 BD。

10．答案：ACD

【解析】A：菱形外任一点，四个正电荷的场强叠加一般不为零；除无穷远处外不存在场强为零的点，A 对。B：原点处场强为零；由对称性，若菱形内部另有一点场强为零，必与其关于原点对称的另一点同时为零，加上原点，零场点个数为奇数，不可能恰为 2 个，B 错。C：$y_0 = 8l$ 时，比较 $(4l, 5l)$ 与 $(0, -3l)$ 的电势，后者更靠近 y 轴正、负电荷，电势更高；负试探电荷从低电势移到高电势，电势能减小，静电力做正功，C 对。D：$y_0 = 4l$ 时四点构成正方形，(l, l) 处合场强沿 $y = -x$ 方向，负电荷受力沿 $y = x$ 方向，与 x 轴正方向成 $45°$ 斜向上，D 对。故选 ACD。

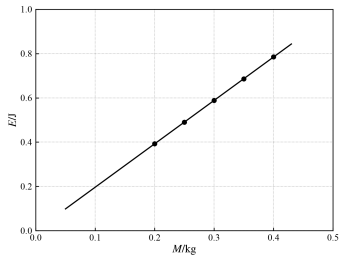
11．答案：（1）见解析图；（2）C；（3）27.0

【解析】（1）滑动变阻器采用分压接法，电流表外接；实物连线见答案册图。（2）小灯泡闪亮一下后烧断，说明闭合开关瞬间灯泡两端电压过大。滑片初始置于 b 端时，灯泡两端分压最大，电流最大，可能烧断灯丝；电流表短路、滑片接触不良都不会使灯泡电压过大。故选 C。（3）P 点对应 $U = 2\,\text{V}$，$I = 74\,\text{mA} = 0.074\,\text{A}$，故 $R = \frac{U}{I} = \frac{2}{0.074}\,\Omega \approx 27.0\,\Omega$。



12．答案：（1）0.980；（2）0.588；（3）见解析图；0.40

【解析】（1）悬挂钩码总质量 $4m_0 = 0.200\,\text{kg}$，下降 $s = 0.500\,\text{m}$，重力势能减少量 $\Delta E_p = 4m_0gs = 0.200 \times 9.80 \times 0.500\,\text{J} = 0.980\,\text{J}$。（2）系统总机械能减少量 $\Delta E = \Delta E_p - \Delta E_k = 0.980 - 0.392 = 0.588\,\text{J}$。（3）由 $\Delta E = \mu Mgs$ 知 $\Delta E - M$ 图线斜率 $k = \mu gs$。取 $(0.200, 0.393)$、$(0.400, 0.785)$ 两点，$k = \frac{0.785 - 0.393}{0.400 - 0.200} = 1.96$，故 $\mu = \frac{k}{gs} = \frac{1.96}{9.80 \times 0.500} = 0.40$。



13．答案：（1）9 m；（2）7.44 m/s，方向水平向右

【解析】（1）背包下滑加速度 $a_1 = g(\sin\theta - \mu\cos\theta) = 10(\frac{7}{25} - \frac{1}{12} \cdot \frac{24}{25}) = 2\,\text{m/s}^2$。设滑雪者运动时间 t 后追上背包，则背包运动 $t + 1$，位移相等：$\frac{1}{2}a_1(t+1)^2 = v_0t + \frac{1}{2}a_2t^2$，即 $(t+1)^2 = 1.5t + 1.5t^2$，解得 $t = 2\,\text{s}$。故 $L_{AB} = \frac{1}{2} \times 2 \times 3^2 = 9\,\text{m}$。

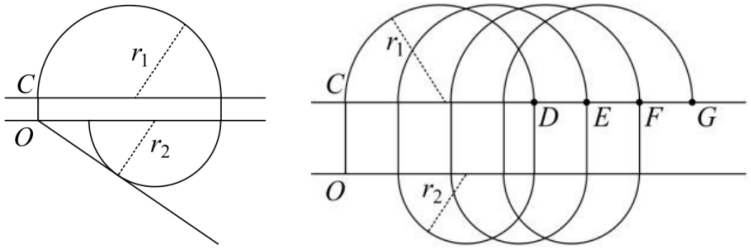
（2）到坡底时，背包速度 $v_1 = a_1(t+1) = 6\,\text{m/s}$，滑雪者速度 $v_2 = v_0 + a_2t = 1.5 + 6 = 7.5\,\text{m/s}$。拎起背包过程水平方向动量守恒，以向右为正：$48 \times 7.5 + 2 \times 6 = 50v$，解得 $v = 7.44\,\text{m/s}$，方向水平向右。

14．答案：（1）$U_0 = \frac{B^2qL_0^2}{8m} - \frac{mv_0^2}{2q}$；（2）$U_{\min} = \frac{7mv_0^2}{18q}$；（3）$CH = (\frac{2n}{3} + 2)\frac{mv_0}{qB}$，$CS = (\frac{2n}{3} + \frac{8}{3})\frac{mv_0}{qB}$（$n \geq 2$）

【解析】（1）粒子经电场一次加速，在负极板上方磁场中做半圆运动到达 P，半径 $r = \frac{L_0}{2}$。由 $qU_0 = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$、$qvB = \frac{mv^2}{r}$，解得 $U_0 = \frac{B^2qL_0^2}{8m} - \frac{mv_0^2}{2q}$。

（2）电压取最小值时，粒子第二次穿过电场后在下方磁场中的轨迹恰与挡板 OM 相切。设上方磁场中半径为 r_1，下方磁场中半径为 r_2，则 $qU_{\min} = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$，$qv_1B = \frac{mv_1^2}{r_1}$，$qv_0B = \frac{mv_0^2}{r_2}$。由几何关系 $2r_1 = r_2 + \frac{r_2}{\sin 37°}$，联立得 $v_1 = \frac{4}{3}v_0$，$U_{\min} = \frac{7mv_0^2}{18q}$。

（3）设 $r_2 = \frac{mv_0}{qB}$，$r_1 = \frac{4mv_0}{3qB}$。粒子每在下方磁场中偏转一次，落点沿极板平移 $2r_2$；每在上方磁场中偏转一次，落点平移 $2r_1$，相邻两类落点间距为 $2(r_1 - r_2)$。靶位于 HS 内时能接收 n 种能量的粒子，对应 $CH = 2r_2 + n(2r_1 - 2r_2)$，$CS = 2r_2 + (n+1)(2r_1 - 2r_2)$。代入 r_1、r_2 得 $CH = (\frac{2n}{3} + 2)\frac{mv_0}{qB}$，$CS = (\frac{2n}{3} + \frac{8}{3})\frac{mv_0}{qB}$（$n \geq 2$）。



15．答案：（1）大于；①　（2）（ⅰ）3.1×10^{3} Pa；（ⅱ）$\frac{97}{3}$

【解析】（1）汽缸绝热，$Q=0$。A 中细沙质量较大，气体压强较大、体积较小，细沙重力势能转化为气体内能较多，故 A 中气体内能大于 B 中气体内能。内能越大，分子平均动能越大，速率分布曲线越向高速率一侧展开，故 A 对应曲线②，B 对应曲线①。

（2）（ⅰ）夹层空气等容变化，$\frac{p_1}{T_1}=\frac{p_2}{T_2}$，$T_1=300\,\mathrm{K}$，$T_2=310\,\mathrm{K}$，解得 $p_2=3.1\times10^{3}$ Pa。（ⅱ）设夹层体积为 V。外层出现裂隙后，夹层与大气相通，最终压强为 p_0。以原有空气为对象，等温压缩到 p_0 时体积 $V_2=\frac{p_1}{p_0}V=\frac{3.0\times10^{3}}{1.0\times10^{5}}V=\frac{3}{100}V$；夹层中增加空气在 p_0 下的体积为 $V-V_2=\frac{97}{100}V$，对应质量比 $\frac{\Delta m}{m}=\frac{V-V_2}{V_2}=\frac{97}{3}$。

16．答案：（1）4；0.2　（2）（ⅰ）$\frac{2\sqrt{3}}{3}$；（ⅱ）$\sqrt{2}(h-\frac{R}{2})$

【解析】（1）振子经过 A、B 两点速度大小相等，说明 A、B 关于平衡位置对称。从 A 到 B 第一次用时 $2\,\mathrm{s}$，恰为半个周期，故 $T=4\,\mathrm{s}$。半个周期内路程 $2A=0.4\,\mathrm{m}$，故 $A=0.2\,\mathrm{m}$。

（2）（ⅰ）$\theta=60^\circ$ 时 A 右侧恰好无光线射出，说明光在 A 的右侧平面发生全反射，临界角 $C=60^\circ$，$n=\frac{1}{\sin 60^\circ}=\frac{2\sqrt{3}}{3}$。（ⅱ）$\theta=30^\circ$ 时，光从 A 射向空气，折射角设为 α，则 $n=\frac{\sin\alpha}{\sin\theta}$，得 $\sin\alpha=\frac{\sqrt{3}}{3}$，$\tan\alpha=\frac{1}{\sqrt{2}}$。由几何关系 $h=d\tan\alpha+R\sin\theta$，解得 $d=\sqrt{2}(h-\frac{R}{2})$。

