参考答案与详解

2021年普通高等学校招生全国统一考试（全国甲卷） 物理 · 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 D	2 C	3 B	4 A	5 C	6 BD
7 BC	8 AB				

1．答案：D

设平板下端 P 到竖直杆的水平距离为 x，则 $\mathrm{QP}=\frac{x}{\cos\theta}$，加速度 $a=g\sin\theta$。由 $\frac{x}{\cos\theta}=\frac{1}{2}g\sin\theta\,t^2$ 得 $t^2=\frac{2x}{g\sin\theta\cos\theta}=\frac{4x}{g\sin 2\theta}$。$\theta$ 从 30° 增至 60° 时，$\sin 2\theta$ 先增后减，45° 时最大，故 t 先减小后增大。选 D。

2．答案：C

$n=50$ r/s，$\omega=2\pi n=100\pi$ rad/s，$r=0.01$ m。$a=\omega^2 r=(100\pi)^2\times 0.01\approx 987$ m/s$^2\approx 1000$ m/s^2。选 C。

3．答案：B

两折线可等效为两根直导线。由安培定则，两导线在 M 点产生的磁场方向相反、大小均为 B，合磁感应强度为 0；在 N 点产生的磁场方向相同，合磁感应强度为 $2B$。选 B。

4．答案：A

图中 X 为 $^{238}_{92}\mathrm{U}$，Y 为 $^{206}_{82}\mathrm{Pb}$。设经过 a 次 α 衰变、b 次 β 衰变，由质量数和电荷数守恒得 $238=208+4a$、$92=82+2a-b$，解得 $a=8$、$b=6$，故共放出 6 个电子。选 A。

5．答案：C

由 $g=\frac{GM}{R^2}$ 得 $GM=gR^2$。由 $\frac{a^3}{T^2}=\frac{GM}{4\pi^2}$ 求半长轴 a，远地点到火星表面距离 $h_{max}=2a-r_{min}-R$。代入 $T=1.8\times 10^5$ s、$R=3.4\times 10^6$ m、$h_{min}=2.8\times 10^5$ m，得 $h_{max}\approx 6\times 10^7$ m。选 C。

6．答案：BD

$\varphi_b=\varphi_e$，正电荷从 b 到 e 电场力不做功，A 错。$\varphi_a=3$ V、$\varphi_d=7$ V，电子从 a 到 d，电场力做功 $W=(-e)(\varphi_a-\varphi_d)=4$ eV，B 对。电场线由高电势指向低电势并垂直等势面，b 点场强方向向左，C 错。b 点处等势面最密、电场线最密，场强最大，D 对。选 BD。

7．答案：BC

设上滑距离为 s。上滑：$E_k = mgs\sin\alpha + fs$；下滑：$mgs\sin\alpha - fs = \frac{E_k}{5}$。联立得 $s = \frac{E_k}{mg}$，$f = \frac{2}{5}mg$，$\mu = \frac{f}{mg\cos\alpha} = 0.5$。下滑加速度 $a = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) = \frac{g}{5}$。上滑加速度大于下滑加速度，上滑时间较短。A 中 $s = \frac{E_k}{2mg}$ 错，D 错。选 BC。

8．答案：AB

两线圈质量相等，导线材料、边长相同，故 nS 相同。电阻 $R = \rho\frac{4Ln}{S} \propto n^2$，进入磁场时安培力 $F = nBIL = \frac{n^2B^2L^2v}{R}$，因 $\frac{n^2}{R}$ 与匝数无关，两线圈所受安培力相等、加速度相同，运动状态始终一致：可能都加速，也可能都减速，不可能一快一慢。选 AB。

9．答案：0.43；0.32

由逐差法 $a = \frac{(s_4+s_5)-(s_1+s_2)}{6(\Delta T)^2}$，代入得 $a \approx 0.43\ \text{m/s}^2$。对铜块，$mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha = ma$，解得 $\mu \approx 0.32$。

10．答案：（1）10　（2）a　（3）0.7　（4）2700　（5）增大　（6）0.074，10

（1）电源 6 V，灯泡额定 2.5 V、0.3 A，电流表分压约 0.081 V，R_0 取 10 Ω 时总压降合适，且能覆盖 0～300 mA；取 20 Ω 时无法达到 300 mA。

（2）闭合开关前应使输出电压最小，滑片置于 a 端。

（3）$I = 10$ mA 时由图（b）读得 $U \approx 7$ mV，故 $R_L = \frac{U}{I} \approx 0.7\ \Omega$。

（4）电压表满偏 300 mV 对应灯泡电压 3 V，串联电阻箱后量程扩大 10 倍，$R_2 = 2700\ \Omega$。

（5）灯丝温度随电流增大而升高，电阻增大。

（6）$I = 160$ mA 时表读 46.0 mV，实际灯泡电压约 0.46 V，$P_1 \approx 0.074$ W；$I = 300$ mA 时实际电压约 2.5 V，$P_2 \approx 0.75$ W，$\frac{P_2}{P_1} \approx 10$。

11．答案：（1）$mgd\sin\theta$　（2）$\frac{mg(L+29d)\sin\theta - \mu mgs}{30}$　（3）$L > d + \frac{\mu s}{\sin\theta}$

（1）通过第 30 个减速带后，相邻减速带间平均速度相同，每段始末速度相同、动能变化为零；重力做功全部用于补偿过带损失，故 $\Delta E = mgd\sin\theta$。

（2）从释放到刚过第 30 个减速带，重力做功 $mg(L+29d)\sin\theta$，克服 30 个减速带损失 $30\overline{\Delta E}$，到达第 30 个带后动能等于水平段摩擦耗能 μmgs，故 $\overline{\Delta E} = \frac{mg(L+29d)\sin\theta - \mu mgs}{30}$。

（3）要求 $\overline{\Delta E} > mgd\sin\theta$，整理得 $L > d + \frac{\mu s}{\sin\theta}$。

12．答案：（1）$\frac{\sqrt{13}mv_0^2}{6qE}$　（2）$\frac{2mv_0}{(3+\sqrt{3})ql} \le B \le \frac{2mv_0}{ql}$　（3）$\frac{39-10\sqrt{3}}{44}l$

（1）粒子在电场中类平抛，到 P 点时速度与 PQ 成 60°，即与水平成 30°，$\tan 30^\circ = \frac{at}{v_0}$，得 $t = \frac{v_0}{\sqrt{3}a}$，$x = \frac{v_0^2}{\sqrt{3}a}$，$y = \frac{v_0^2}{6a}$，故 $s = \sqrt{x^2+y^2} = \frac{\sqrt{13}mv_0^2}{6qE}$。

（2）进入磁场速度 $v = \frac{2v_0}{\sqrt{3}}$，轨迹半径 $r = \frac{mv}{qB}$。临界为恰好从 Q、N 射出：$r_{min} = \frac{l}{\sqrt{3}}$ 对应 $B_{max} = \frac{2mv_0}{ql}$；$r_{max} = (\sqrt{3}+1)l$ 对应 $B_{min} = \frac{2mv_0}{(3+\sqrt{3})ql}$。

（3）从 QN 中点射出，由几何关系得 $r = \frac{5(2\sqrt{3}+1)}{22}l$，轨迹最右端到 MN 的距离为 $l - \frac{r}{2} = \frac{39-10\sqrt{3}}{44}l$。

13．答案：$1:1$；$V_2:V_1$

两条直线均过 $t_0=-273.15$ ℃（热力学零度），故 $V\propto T$，两过程均为等压过程。a、b 在同一直线 I 上，$p_a=p_b$，比值为 $1:1$。b、c 温度相同，由 $pV/T=C$ 得 $\frac{p_b}{p_c}=\frac{V_c}{V_b}=\frac{V_2}{V_1}$。

14．答案：（1）$V_A=0.4V$，$p_B=2p_0$　（2）$V_A'=(\sqrt{5}-1)V$，$p_B'=\frac{3+\sqrt{5}}{4}p_0$

（1）B 等温压缩：$p_0V=p_B\frac{V}{2}$，得 $p_B=2p_0$。A 等温：$p_0V=p_AV_A$，且 $p_A=p_B+0.5p_0$，解得 $V_A=0.4V$。

（2）活塞回到初始位置时，若隔板不动，A 体积为 $1.5V$，压强 $\frac{2}{3}p_0$，小于 $p_B-0.5p_0$，故隔板左移。设平衡后 $V_A'+V_B'=2V$，$p_A'=p_B'-0.5p_0$，且 $p_A'V_A'=p_B'V_B'=p_0V$，解得 $p_B'=\frac{3+\sqrt{5}}{4}p_0$，$V_A'=(\sqrt{5}-1)V$。

15．答案：2×10^8；5×10^{-10}；$3\sqrt{5}\times10^{-10}$

光在玻璃中速度 $v=\frac{c}{n}=2\times10^8$ m/s。垂直入射时间最短 $t_{min}=\frac{d}{v}=5\times10^{-10}$ s。入射角最大（接近 $90°$）时折射角满足 $\sin r=\frac{2}{3}$，$\cos r=\frac{\sqrt{5}}{3}$，光程 $\frac{d}{\cos r}=\frac{3d}{\sqrt{5}}$，$t_{max}=\frac{3d}{\sqrt{5}v}=3\sqrt{5}\times10^{-10}$ s。

16．答案：（1）0.8 s　（2）−0.5 cm

t=0 时 A、B 位移等大、方向相同而速度相反，说明两质点相位关于波峰对称；该状态每隔 0.6 s 重复，故 $0.6\ \text{s}=\frac{T}{2}$，$T=1.2$ s，$\lambda=vT=24$ cm（满足大于 20 cm）。A、B 相距 16 cm，相位差 $\frac{2\pi}{\lambda}\times16=\frac{4\pi}{3}$。t1 时 A 在波峰，B 的相位落后 $\frac{4\pi}{3}$，位移 $y_B=1\cos\frac{4\pi}{3}=-0.5$ cm；B 再到达波峰需相位增加 $\frac{4\pi}{3}$，时间 $\frac{4\pi/3}{2\pi}T=0.8$ s。