南京航空航天大学 2026 年硕士研究生入学考试 811 普通物理参考答案与解析

本站自编 非官方答案 选择题逐项解析 计算题给出关键步骤与结果

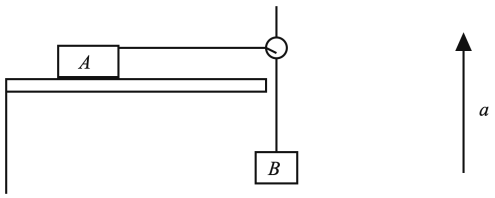
一、填空题

1. 答案：$1.6\ \text{m/s}^2$

解析：$\alpha=\left(\frac{d\omega}{d\theta}\right)\omega=8$，故 $a_t=\alpha R=8\times0.20=1.6\ \text{m/s}^2$。

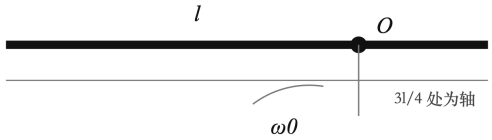
2. 答案：$\frac{5mg}{8}$

解析：在升降机参考系中，等效重力加速度 $g'=g+a=5g/4$。对 A：$T=ma_{\text{rel}}$；对 B：$mg'-T=ma_{\text{rel}}$。两式相加得 $a_{\text{rel}}=g'/2=5g/8$，故 $T=ma_{\text{rel}}=5mg/8$。



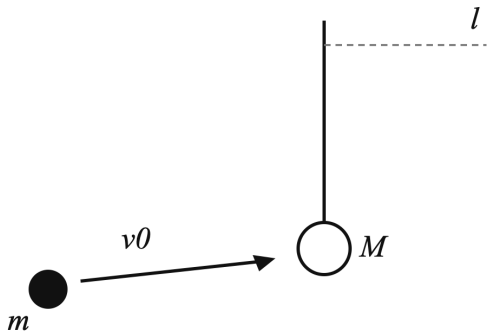
3. 答案：$\sqrt{\frac{24g}{7l}}$

解析：转轴到质心距离 $r=l/4$。绕轴转动惯量 $I_o=\frac{ml^2}{12}+m\left(\frac{l}{4}\right)^2=\frac{7ml^2}{48}$，质心初次到达转轴正上方需升高 r，临界时 $\frac{1}{2}I\omega_0^2=mgr$，故 $\omega_0^2=\frac{2mgr}{I}=\frac{2mg(l/4)}{7ml^2/48}=\frac{24g}{7l}$。



4. 答案：$2.0\ \text{rad/s}$

解析：一维完全弹性碰撞，碰后 M 的速度 $v_M=\frac{2m}{M+m}v_0=\frac{2\times0.20}{1.20}\times6.0=2.0\ \text{m/s}$。碰后瞬间绳仍竖直，$v_M$ 水平，角速度 $\omega=v_M/l=2.0\ \text{rad/s}$。



5. 答案：$\sqrt{\frac{3p}{\rho}}$

解析：由 $p=\frac{1}{3}\rho\overline{v^2}$ 得 $\sqrt{\overline{v^2}}=\sqrt{3p/\rho}$。也可由 $pV=nRT$、$\rho=m_{\text{gas}}/V$ 与 $\overline{v^2}=3kT/m$ 得到同一结果。

6. 答案：$\lambda y(g+3a)$

解析：提起部分质量 $m=\lambda y$，速度 $v=\sqrt{2ay}$

由变质量动量定理，拉力与重力之差等于动量变化率：$T-\lambda yg=\frac{\mathrm{d}(\lambda yv)}{\mathrm{d}t}=\lambda(v^2+ya)=3\lambda ay$，故 $T=\lambda y(g+3a)$。

7. 答案：1.0×10^6 Pa

解析：刚性双原子分子 $i=5$，$U=\frac{5}{2}nRT=\frac{5}{2}pV$，故 $p=\frac{2U}{5V}=\frac{2\times5.0\times10^3}{5\times2.0\times10^{-3}}=1.0\times10^6$ Pa。

8. 答案：30 W

解析：制冷系数 $\mathrm{COP}=\frac{Q_c}{W}=\frac{T_c}{T_h-T_c}=\frac{260}{300-260}=6.5$。每秒吸热 195 J，故 $W=195/6.5=30\ \mathrm{J/s}=30\ \mathrm{W}$。

9. 答案：$\frac{5}{2}p_1V_1\left(\frac{V_1}{V_2}-1\right)$

解析：双原子气体 $U=\frac{5}{2}pV$。由 $pV^2=C$ 得 $pV=C/V$，故 $\Delta U=\frac{5}{2}C\left(\frac{1}{V_2}-\frac{1}{V_1}\right)=\frac{5}{2}p_1V_1\left(\frac{V_1}{V_2}-1\right)$。若 $V_2>V_1$，$\Delta U<0$。

10. 答案：$\frac{kR^2}{4\varepsilon_0}$，方向沿径向向外

解析：$Q=\int_0^R kr\cdot4\pi r^2\mathrm{d}r=\pi kR^4$。球外场 $E=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0R^2}=\frac{kR^2}{4\varepsilon_0}$，因电荷为正，方向向外。

11. 答案：$\frac{qq_0}{6\pi\varepsilon_0a}$

解析：$V_O=\frac{kq}{a}+\frac{k(-q)}{a}=0$；$V_D=\frac{kq}{3a}+\frac{k(-q)}{a}=-\frac{2kq}{3a}$。电场力做功 $W=q_0(V_O-V_D)=\frac{2kqq_0}{3a}=\frac{qq_0}{6\pi\varepsilon_0a}$。

12. 答案：$\frac{\pi}{4\sqrt{2}}$

解析：圆线圈中心 $B_1=\frac{\mu_0I}{2R}$；正方形四边在中心产生的磁场同向，每边 $B_{\text{side}}=\frac{\mu_0I}{4\pi(a/2)}(\sin45^\circ+\sin45^\circ)$，总 $B_2=\frac{2\sqrt{2}\mu_0I}{\pi a}$。令 $B_1=B_2$ 得 $R/a=\pi/(4\sqrt{2})$。

13. 答案：$\frac{\mu_0I_1I_2}{2\pi d}$；吸引

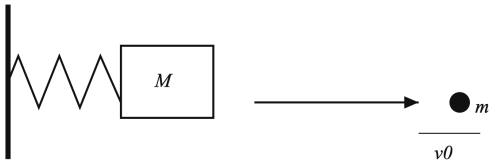
解析：一根导线在另一根处产生 $B=\mu_0I/(2\pi d)$，单位长度受力 $F/L=I_2B=\mu_0I_1I_2/(2\pi d)$ 同向电流的磁场使导线相互吸引。

14. 答案：$\frac{2}{D}\sqrt{\frac{Ll}{\pi\mu_0}}$

解析：长螺线管 $L=\mu_0N^2\frac{\pi D^2}{4l}$，故 $N=\sqrt{\frac{4Ll}{\mu_0\pi D^2}}=\frac{2}{D}\sqrt{\frac{Ll}{\pi\mu_0}}$。

15. 答案：$x=0.020\sin(10t)$ m（也可写 $0.020\cos(10t-\pi/2)$）

解析：动量守恒：$v=\frac{m}{M+m}v_0=\frac{0.010}{8.00}\times160=0.20$ m/s。$\omega=\sqrt{\frac{k}{M+m}}=\sqrt{\frac{800}{8.00}}=10$ rad/s，振幅 $A=v/\omega=0.020$ m。$t=0$ 时 $x=0$ 且向正方向运动，故 $x=A\sin\omega t$。



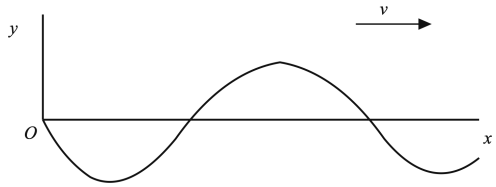
光滑水平面；弹簧另一端固定

16. 答案：$\frac{3I_0}{8}$

解析：自然光过第一片后 $I_1 = I_0/2$ ，偏振方向沿第一片透振方向；再过第二片，$I = I_1\cos^2 30^\circ = \frac{I_0}{2}\cdot\frac{3}{4} = \frac{3I_0}{8}$ 。

17. 答案：$y = 1.0\cos\left(\frac{\pi x}{6} - \pi t - \frac{2\pi}{3}\right)$ cm

解析：$k = 2\pi/\lambda = \pi/6$ ，$\omega = ku = \pi$ rad/s 。设 $y = A\cos(kx - \omega t + \varphi)$ 。$x = 0, t = 0$ ：$A\cos\varphi = -A/2$ ；斜率 $\partial y/\partial x = -Ak\sin\varphi > 0$ ，故 $\sin\varphi < 0$ ，取 $\varphi = -2\pi/3$ 。



18. 答案：17 m/s

解析：驶近 $f_1 = f_0\frac{u}{u-v}$ ，驶离 $f_2 = f_0\frac{u}{u+v}$ 。相除得 $\frac{u+v}{u-v} = \frac{420}{380} = \frac{21}{19}$ ，解得 $v = u/20 = 17$ m/s 。

19. 答案：$\pi - \arccos\frac{1}{3}$

解析：合振动相位为 $\pi/2$ ，故其 x 分量为零：$2\cos\frac{\pi}{3} + 3\cos\varphi = 1 + 3\cos\varphi = 0$ ，$\cos\varphi = -1/3$ 。又 $0 \le \varphi < \pi$ ，取 $\varphi = \pi - \arccos(1/3)$ 。

20. 答案：$1 + \frac{2A_1A_2\cos(\varphi_1 - \varphi_2)}{A_1^2 + A_2^2}$

解析：简谐振动能量 $E = \frac{1}{2}m\omega^2A^2$ 。由矢量合成 $A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_1 - \varphi_2)$ 故比值如上。干涉相长时分母同，比值为 $1 + \frac{2A_1A_2}{A_1^2 + A_2^2}$ ；相消时相应减小。

21. 答案：480 nm

解析：反射镜移动 Δd ，光程差改变 $2\Delta d = N\lambda$ ，故 $\lambda = \frac{2\Delta d}{N} = \frac{2\times 0.120\times 10^{-3}}{500} = 4.80\times 10^{-7}$ m $= 480$ nm 。

22. 答案：8.57×10^{-4} rad

解析：膜中波长 $\lambda_n = \lambda_0/n$ ，相邻暗纹满足 $2n\theta\Delta x = \lambda_0$ ，故 $\theta = \frac{\lambda_0}{2n\Delta x} = \frac{600\times 10^{-9}}{2\times 1.40\times 0.250\times 10^{-3}} = 8.57\times 10^{-4}$ rad

23. 答案：1.34×10^{-4} rad

解析：$\theta_{\min} = 1.22\frac{\lambda}{D} = 1.22\times\frac{550\times 10^{-9}}{5.0\times 10^{-3}} = 1.34\times 10^{-4}$ rad 。

24. 答案：$A = 0.10$ m ；$E = 0.25$ J

解析：$A = \sqrt{x^2 + v^2/\omega^2} = \sqrt{0.060^2 + (0.80/10)^2} = 0.10$ m 。$E = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 = \frac{1}{2}\times 0.50\times 100\times 0.010 = 0.25$ J 。

25. 答案：$2(n-1)h$

解析：光在薄片中单程光程为 nh ，同厚度空气为 h ，单程增加 $(n-1)h$ 迈克耳孙干涉中光线往返两次，故光程差改变 $2(n-1)h$ 。

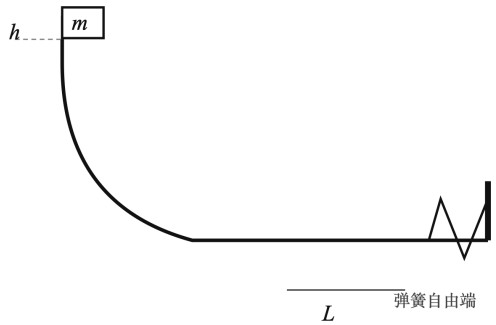
二、计算题

26. 答案：（1） $\tau=\frac{2\pi}{5}k\omega^2R^5$ ；（2） $N=\frac{5m\ln 2}{8\pi^2kR^3}$ 圈。

解析：取半径 r 、宽 $\mathrm{d}r$ 的圆环，$\mathrm{d}S=2\pi r\mathrm{d}r$ ，局部速度 $v=\omega r$ ，$\mathrm{d}F=k\omega^2r^2\,2\pi r\mathrm{d}r$ 故 $\tau=\int_0^R r\,\mathrm{d}F=\frac{2\pi}{5}k\omega^2R^5$ 。由 $I\dot{\omega}=-\tau$ ，$I=\frac{1}{2}mR^2$ ，得 $\dot{\omega}=-\frac{4\pi kR^3}{5m}\omega^2$ 。积分 $\frac{1}{\omega}-\frac{1}{\omega_0}=\frac{4\pi kR^3}{5m}t$ ；到 $\omega_0/2$ 的时间 $t=\frac{5m}{4\pi kR^3\omega_0}$ ，转角 $\theta=\int_0^t\omega\mathrm{d}t=\frac{5m\ln 2}{4\pi kR^3}$ ，圈数 $\theta/(2\pi)$ 。

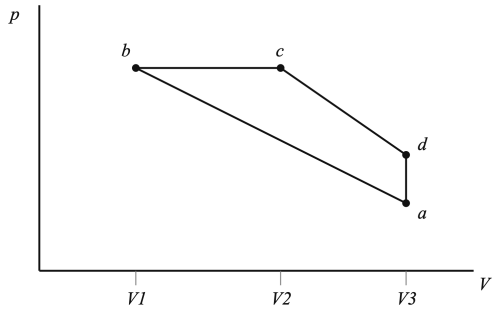
27. 答案：（1） $v=2\sqrt{3}\ \mathrm{m/s}\approx 3.46\ \mathrm{m/s}$ ；（2） $x_{\max}=0.50\ \mathrm{m}$ ，摩擦力总功 $W_f=-3.0\ \mathrm{J}$ 。

解析：（1） $mgh-\mu mgL=\frac{1}{2}mv^2$ ，$v^2=2g(h-\mu L)=2\times 10(0.80-0.20)=12$ 。（2）从释放到最深，$mgh=\mu mg(L+x)+\frac{1}{2}kx^2$ ：$8=2(1+x)+20x^2$ ，即 $10x^2+x-3=0$ ，取正根 $x=0.50\ \mathrm{m}$ 。摩擦力总功 $W_f=-\mu mg(L+x)=-2\times 1.5=-3.0\ \mathrm{J}$ 。



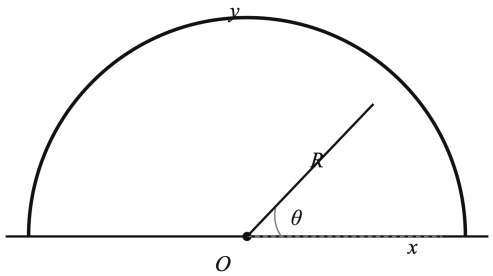
28. 答案： $\eta=1-\frac{(V_2/V_1)^\gamma-1}{\gamma(V_3/V_1)^{\gamma-1}(V_2/V_1-1)}$

解析：设 $T_a=T_0$ 。$a\to b$ 绝热：$T_b=T_0(V_3/V_1)^{\gamma-1}$ ；$b\to c$ 等压：$T_c=T_b(V_2/V_1)$ ；$c\to d$ 绝热：$T_d=T_c(V_2/V_3)^{\gamma-1}=T_0(V_2/V_1)^\gamma$ 。$b\to c$ 吸热 $Q_1=\gamma C_V(T_c-T_b)$ ，$d\to a$ 等体放热 $Q_2=C_V(T_d-T_a)$ 。故 $\eta=1-\frac{Q_2}{Q_1}=1-\frac{(V_2/V_1)^\gamma-1}{\gamma(V_3/V_1)^{\gamma-1}(V_2/V_1-1)}$ 。



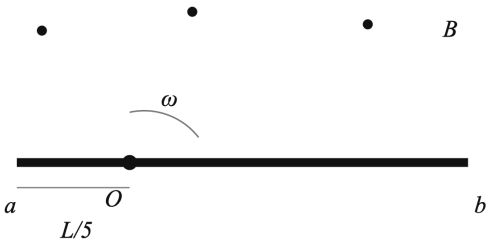
29. 答案：（1） $Q=2\lambda_0R$ ；（2） $E=\frac{\lambda_0}{8\varepsilon_0R}$ ，方向沿 y 轴负方向（竖直向下）；$V=\frac{\lambda_0}{2\pi\varepsilon_0}$ 。

解析：（1） $Q=\int_0^\pi\lambda_0\sin\theta\,R\mathrm{d}\theta=2\lambda_0R$ 。（2）由对称性 $E_x=0$ 。$dE_y=-\frac{k\lambda_0\sin\theta R\mathrm{d}\theta}{R^2}\sin\theta$ 积分得 $E_y=-\frac{k\lambda_0}{R}\int_0^\pi\sin^2\theta\mathrm{d}\theta=-\frac{\pi k\lambda_0}{2R}=-\frac{\lambda_0}{8\varepsilon_0R}$ ，负号表示向下。$V=\frac{kQ}{R}=2k\lambda_0=\frac{\lambda_0}{2\pi\varepsilon_0}$ 。



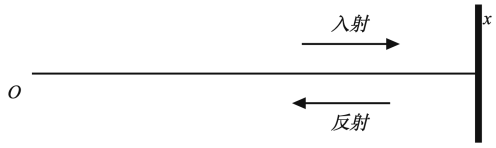
30. 答案：$U_a-U_b=-\frac{3}{10}B\omega L^2$

解析：距 O 为 r 处的小段 $\mathrm{d}r$ 的动生电动势 $\mathrm{d}\varepsilon=B\omega r\mathrm{d}r$，方向由 O 指向远端（$v\times B$ 沿径向向外），故远端电势高。$Ob=4L/5$，$Oa=L/5$，$U_b-U_a=\frac{1}{2}B\omega(Ob^2-Oa^2)=\frac{1}{2}B\omega\left(\frac{16L^2}{25}-\frac{L^2}{25}\right)=\frac{3}{10}B\omega L^2$ 所以 $U_a-U_b=-\frac{3}{10}B\omega L^2$。



31. 答案：（1）$\varphi=-\frac{\pi}{3}$；$y_r=A\cos\left(20\pi t+2\pi x-\frac{\pi}{3}\right)$。（2）驻波 $y=2A\cos\left(20\pi t-\frac{\pi}{3}\right)\cos(2\pi x)$；波节 $x=\frac{1}{4},\frac{3}{4},\frac{5}{4},\frac{7}{4},\frac{9}{4},\frac{11}{4}$ m（共 6 个），波腹 $x=0,\frac{1}{2},1,\frac{3}{2},2,\frac{5}{2}$ m（共 6 个）。

解析：$t=0,x=0$：$A\cos\varphi=A/2$，速度 $v=-20\pi A\sin\varphi>0$，故 $\sin\varphi<0$，$\varphi=-\pi/3$。固定端处入射与反射相位差 π，得反射波 $y_r=A\cos(20\pi t+2\pi x-\pi/3)$ 两波叠加用和差化积：$y=2A\cos(20\pi t-\pi/3)\cos(2\pi x)$。波节 $\cos(2\pi x)=0$，$x=(2n+1)/4$；波腹 $\cos(2\pi x)=\pm1$，$x=n/2$；在给定区间取 n 即可。

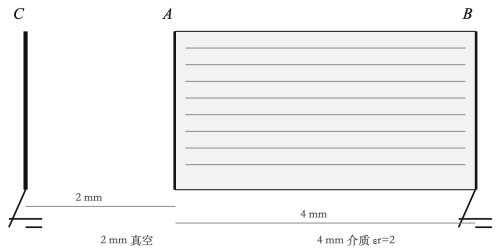


32. 答案：（1）$\theta_3=\arcsin 0.90\approx 64.16^\circ$；$\Delta y\approx 0.688$ mm。（2）$R=2400<\lambda/\Delta\lambda=3000$，不能分辨。

解析：$d=1/500$ mm $=2.0$ μm。三级主极大 $d\sin\theta=3\lambda$，$\sin\theta=3\times600\times10^{-9}/(2.0\times10^{-6})=0.90$，$\theta=64.16^\circ$。微分 $\Delta\theta=3\Delta\lambda/(d\cos\theta)$，$\cos\theta=\sqrt{1-0.9^2}=0.4359$，$\Delta\theta=6.0\times10^{-10}/(2.0\times10^{-6}\times0.4359)=6.88\times10^{-4}$ rad，$\Delta y=f\Delta\theta=0.688$ mm 三级理论分辨本领 $R=mN=3\times800=2400$，而 $\lambda/\Delta\lambda=600/0.2=3000>2400$ 故不能分辨。

33. 答案：（1）$V_A \approx 1.7\times10^{3}\ \text{V}$；左、右面自由电荷均约 $+1.5\times10^{-7}\ \text{C}$。（2）$C$、$B$ 上感应电荷均约 $-1.5\times10^{-7}\ \text{C}$；$CA$ 间 $E_2 \approx 8.5\times10^{5}\ \text{V/m}$，$AB$ 间 $E_1 \approx 4.2\times10^{5}\ \text{V/m}$，方向均由 A 指向接地板。

解析：$C_{CA}=\varepsilon_0 S/d_2 = 8.85\times10^{-11}\ \text{F}$，$C_{AB}=\varepsilon_0\varepsilon_r S/d_1 = 8.85\times10^{-11}\ \text{F}$，两电容相等。$Q=V_A(C_{CA}+C_{AB})$，故 $V_A = 3.0\times10^{-7}/(1.77\times10^{-10}) = 1.7\times10^{3}\ \text{V}$。左面 $q_2 = C_{CA}V_A = 1.5\times10^{-7}\ \text{C}$，右面 $q_1 = C_{AB}V_A = 1.5\times10^{-7}\ \text{C}$。$C$、$B$ 上感应电荷各为 $-q$。$E_2 = V_A/d_2 = 8.5\times10^{5}\ \text{V/m}$，$E_1 = V_A/d_1 = 4.2\times10^{5}\ \text{V/m}$。



34. 答案：（1）$d = 0.20\ \text{mm}$，每毫米 5 条刻线。（2）$q = 2.86\times10^{-2}\ \text{mm} \approx 28.6\ \mu\text{m}$ 最先缺失的非零级次为 $m = 7$。

解析：一级主极大 $d\sin\theta = \lambda$，小角度 $y \approx f\lambda/d$，故 $d = f\lambda/y = 1.0\times600\times10^{-9}/(3.00\times10^{-3}) = 2.0\times10^{-4}\ \text{m} = 0.20\ \text{mm}$ 刻线密度 $1/d = 5\ \text{mm}^{-1}$。中央包络内 13 条主极大为 $m = -6, \cdots, 6$，第一条单缝暗纹在 $m = d/a$；恰与主极大重合且包络边界为 $m = 7$，故 $d/a = 7$，$a = d/7 = 2.86\times10^{-2}\ \text{mm}$，最先缺失 $m = 7$。