## 問題 I

⑴　答　$T = mg$　　$T_1 = \frac{\sqrt{3}}{2}mg$　　$T_2 = \frac{1}{2}mg$

⑵　力のつり合いより

$$T\cos 30° = mg$$

$$F_1 + F_2 = T\sin 30°$$

剛体棒の上端のまわりの力のモーメントのつり合いより

$$mg\cdot\frac{a}{2}\sin 30° = F_2\cdot a\cos 30°$$

上の３式より

$$F_1 = F_2 = \frac{1}{2\sqrt{3}}mg$$

答　$F_1 = \frac{1}{2\sqrt{3}}mg$　　$F_2 = \frac{1}{2\sqrt{3}}mg$

⑶　答　$T = \frac{2}{\sqrt{3}}mg$　　$T_1 = \frac{2}{\sqrt{3}}mg$　　$T_2 = 0$

⑷　振動の端で張力は最小となる。よって，半径方向の力のつり合いより

$$T_{\min} = Mg\cos 30°$$
$$= \frac{\sqrt{3}}{2}Mg$$

振動の中心を通過するとき張力は最大となる。よって，このときの小球の速さを$v$とすると，力学的エネルギー保存則より

$$\frac{1}{2}Mv^2 = Mgb(1-\cos 30°)$$

また，振動の中心を通過するときの小球の円運動の方程式は

$$M\frac{v^2}{b} = T_{\max} - Mg$$

上の２式より

$$T_{\max} = (3-\sqrt{3})Mg$$

答　$T_{\max} = (3-\sqrt{3})Mg$　　$T_{\min} = \frac{\sqrt{3}}{2}Mg$

⑸　答　（あ）（ク）　（い）（イ）　（う）（エ）　（え）（サ）

⑹　答　（エ）

⑺　答　（イ）

## 問題 II

⑴　答　（イ）

⑵　答　$Q_{\mathrm{X}}=-\frac{2}{3}Q \qquad Q_{\mathrm{Z}}=-\frac{1}{3}Q$

⑶　答　$C_{\mathrm{X}}=\frac{2Q}{3V} \qquad C_{\mathrm{Z}}=\frac{Q}{3V}$

⑷　答　$QV$

⑸　答　$\frac{1}{2}QV$

⑹　極板間隔$d$のコンデンサーの電気容量を$C_0$とすると

$$C_0=\frac{C_{\mathrm{X}}}{3}=\frac{2Q}{9V}$$

よって

$$C'_{\mathrm{X}}=\frac{4}{3}C_0=\frac{8Q}{27V}$$

$$C'_{\mathrm{Z}}=4C_0=\frac{8Q}{9V}$$

$$\therefore \quad V_Y=\frac{Q}{C'_{\mathrm{X}}+C'_{\mathrm{Z}}}=\frac{Q}{\frac{32Q}{27V}}=\frac{27}{32}V$$

答　$C'_{\mathrm{X}}=\frac{8Q}{27V} \qquad C'_{\mathrm{Z}}=\frac{8Q}{9V} \qquad V_Y$の選択肢：(キ)

⑺　各極板間，コンデンサー１にかかる電圧は共通であり，これを$V'$とすると，電荷の保存より

$$C'_{\mathrm{X}}V'+C'_{\mathrm{Z}}V'+CV'=Q$$

$$\therefore \quad V'=\frac{Q}{C'_{\mathrm{X}}+C'_{\mathrm{Z}}+C}=\frac{Q}{\frac{8Q}{27V}+\frac{8Q}{9V}+C}=\frac{27QV}{32Q+27CV}$$

よって，求める電気量は

$$(C'_{\mathrm{X}}+C'_{\mathrm{Z}})V'=\left(\frac{8Q}{27V}+\frac{8Q}{9V}\right)\cdot\frac{27QV}{32Q+27CV}$$

$$=\frac{32Q}{27V}\cdot\frac{27QV}{32Q+27CV}=\frac{32Q^2}{32Q+27CV}$$

答　$\frac{32Q^2}{32Q+27CV}$

⑻　答　$V_2=V$

## 問題Ⅲ

⑴　答　$t_A = \dfrac{2m+1}{4n_A}\lambda$

⑵　答　$t_B = \dfrac{2m+1}{4n_B}\lambda$

⑶　答　（あ）㋐　（い）㋐　（う）㋒

⑷　$(n-1)u$

⑸　（ウ）

⑹　図５のときの干渉条件は

$$nd\sin\theta - d\sin(\theta-\alpha) = (m+1)\lambda$$

ここで

$$d\sin(\theta-\alpha) = d(\sin\theta\cdot\cos\alpha - \cos\theta\cdot\sin\alpha)$$
$$\fallingdotseq d\sin\theta - \alpha\, d\cos\theta$$

また，⑸の結果より

$$(n-1)d\sin\theta = m\lambda$$

以上の３式より

$$\alpha d\cos\theta = \lambda$$

$$\therefore\quad \alpha = \frac{\lambda}{d\cos\theta}$$

答　$\alpha = \dfrac{\lambda}{d\cos\theta}$

⑺　この場合の干渉条件は

$$(n-1)d\sin\theta + \beta d\cos\theta = m(\lambda + \varDelta\lambda)$$

ここで，⑸の結果より

$$(n-1)d\sin\theta = m\lambda$$

上の２式より

$$\beta d\cos\theta = m\varDelta\lambda$$

$$\therefore\quad \beta = \frac{m\,\varDelta\lambda}{d\cos\theta}$$

答　$\beta = \dfrac{m\,\varDelta\lambda}{d\cos\theta}$