Ⅰ 問１　斜面からの垂直抗力の大きさを N とすると，すべり出す直前の力のつり合いより，

斜面平行方向：　$mg\sin\theta_0=\mu_0 N$　　　斜面垂直方向：　$mg\cos\theta_0=N$

２式より，　$\tan\theta_0=\underline{\mu_0}$

問２　斜面平行下向きの加速度を a とすると，運動方程式は，

$$ma=mg\sin\theta'-\mu' mg\cos\theta' \qquad \therefore a=(\sin\theta'-\mu'\cos\theta')g$$

等加速度運動の式より，

$$\frac{h}{\sin\theta'}=\frac{1}{2}at^2 \qquad \therefore t=\underline{\sqrt{\frac{2h}{\sin\theta'(\sin\theta'-\mu'\cos\theta')g}}}$$

$$v^2-0=2a\frac{h}{\sin\theta'} \qquad \therefore v=\underline{\sqrt{\frac{2h(\sin\theta'-\mu'\cos\theta')g}{\sin\theta'}}}$$

問３　重力のした仕事は，重力の位置エネルギーの減少量と等しいので，

$$W_1=\underline{mgh}$$

垂直抗力と移動の向きが直交しているので，垂直抗力は仕事をしない。

$$W_2=\underline{0}$$

動摩擦力の向きは移動の向きと逆なので，その仕事は負である。

$$W_3=-\mu' mg\cos\theta'\times\frac{h}{\sin\theta'}=\underline{-\frac{\mu' mgh}{\tan\theta'}}$$

問４　重心を作用点とする重力の作用線が点Bを通る軸上を通過することより，

$$\tan\theta_1=\underline{\frac{b}{a}}$$

このとき，すべり出さない条件は，問１の結果を利用して，

$$\tan\theta_1<\mu_1 \qquad \therefore \underline{\frac{b}{a}<\mu_1}$$

問５　垂直抗力の作用点は点Cを通る軸上にくるので，点Cを通る軸のまわりの力のモーメントのつり合いは，

$$F\cos\theta_2\cdot a=F\sin\theta_2\cdot b+mg\cos\theta_2\cdot\frac{b}{2}+mg\sin\theta_2\cdot\frac{a}{2}$$

これより F を求めると，

$$F=\underline{\frac{a\sin\theta_2+b\cos\theta_2}{2(a\cos\theta_2-b\sin\theta_2)}mg}$$

問６　前問の結果で $\theta_2\to\theta$ としたとき，$F\,(>0)$ の解が存在しない条件より，

$$a\cos\theta-b\sin\theta\leqq 0 \qquad \therefore \underline{\tan\theta\geqq\frac{a}{b}}$$

II 問１　コンデンサーC_1とC_2は，初期電荷０の直列接続だから，それぞれにかかる電圧は，容量に反比例する。

C_1にかかる電圧: $2E\times\dfrac{C_2}{C_1+C_2}=\underline{\dfrac{2C_2}{C_1+C_2}E}$，　C_1に蓄えられる電気量: $\underline{\dfrac{2C_1C_2}{C_1+C_2}E}$

問２　点 e の電位を０とし，S_2を閉じる直前の点 f の電位をV_f，点 c の電位を V_cと表すと，

$$V_f-V_c=\left(1-\frac{2C_1}{C_1+C_2}\right)E=\frac{C_2-C_1}{C_1+C_2}E>0\quad(\because C_2>C_1)$$

これより，S_2を閉じた直後の電流は，「$\underline{\text{f から c}}$」の向きになる。定常状態になるまでに移動した電気量ΔQは，

$$\Delta Q=-C_1E+C_2E=\underline{(C_2-C_1)E}$$

問３　時刻 t でのC_2の容量をC_2'，そのときC_2の c 側の極板に蓄えられている電気量をQ_2'と表すと，

$$Q_2'=C_2'E=\left(C_2+\frac{2C_2}{t_0}t\right)E$$

これより，S_2を点 f から点 c に向かって流れる電流Iは，

$$I=\frac{\Delta Q_2'}{\Delta t}=\underline{\frac{2C_2}{t_0}E}$$

問４　外力の仕事は静電エネルギーの変化量に等しいので，

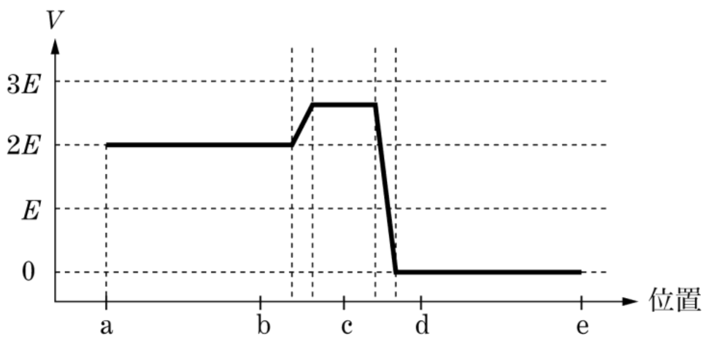
$$\frac{(3C_2E)^2}{2C_2}-\frac{(3C_2E)^2}{2(3C_2)}=\underline{3C_2E^2}$$

問５　点 c の電位をxとすると，電荷保存則より，

$$C_2(x-0)+C_1(x-2E)=3C_2E\qquad\therefore x=\frac{2C_1+3C_2}{C_1+C_2}E$$

C_1にかかる電圧：$|2E-x|=\underline{\dfrac{C_2}{C_1+C_2}E}$，　C_2にかかる電圧：$x=\underline{\dfrac{2C_1+3C_2}{C_1+C_2}E}$

回路上の点 a→b→c→d→e に沿った電位 V の変化



Ⅲ 問１　屈折の法則より，　$\underline{\sin i_0 = n\sin r_0}$

問２　BG間の光路長は，　$\mathrm{BD}\cos(90^\circ - i_0) = \underline{2d\tan r_0 \sin i_0}$

FD間の光路長は，　$n\mathrm{BD}\sin r_0 = n(2d\tan r_0)\sin r_0 = \underline{2d\tan r_0 \sin i_0}$

問３　点Ｂでの反射で位相がπ変化するので，点Ｅで光が弱め合う条件は，２つの光線の光路差ΔL，および$m=0,\ 1,\ 2,\ \cdots$を用いて，

$$\Delta L = (m+1)\lambda$$

$\Delta L = 2nd\cos r_0$　で与えられるので，

$$\underline{2nd\cos r_0 = (m+1)\lambda}$$

問４　点Ｂでの反射で位相がπ変化することに加え，点Ｃでの反射でも位相がπ変化するので，反射による位相の変化の影響は相殺される。このとき，点Ｅで光が弱め合う条件は，

$$\underline{2nd\cos r_0 = \left(m+\frac{1}{2}\right)\lambda}\quad \text{ただし，}\ m=0,\ 1,\ 2,\ \cdots$$

問５　図３の装置では，２つのレーザー光の光路長，および反射による位相の変化が一致するので，位相差は $\underline{0}$

問６　ガラス容器の内部の圧力変動に伴う光路差変動は，

$$\left\{1+(n_1-1)\times 2\right\}L - \left\{1+(n_1-1)\times 1\right\}L = (n_1-1)L$$

これが，真空での波長の50倍に相当するので，

$$(n_1-1)L = 50\lambda \qquad \therefore n_1 - 1 = \frac{50\lambda}{L} = \frac{50\times 5\times 10^{-7}}{50\times 10^{-3}} = \underline{5\times 10^{-4}}$$