

第 1 問 (計 20 点)

I 計 8 点	(1) 2 点	[解答] $N_0 = m \frac{v_0^2}{R}$ (解答 2 点) [記述] 向心加速度を書こうとしていれば 1 点
	(2) 2 点	[解答] $v = \sqrt{v_0^2 - 2gz}$ (解答 2 点) [記述] 力学的エネルギー保存則を書こうとしていれば 1 点
	(3) 2 点	[解答] $N = m \frac{v_0^2}{R} - 3mg \frac{z}{R}$ (解答 2 点) [記述] 向心加速度を書こうとしていれば 1 点
	(4) 2 点	[解答] $z_1 = \frac{v_0^2}{3g}$ (解答 2 点)
II 計 2 点		[解答] $v_L = \sqrt{3gR}$ (解答 2 点)
III 計 10 点	(1) 4 点	[解答] $\text{ア} : \frac{1}{2}(xa_y - ya_x) \Delta t$ (解答 2 点) $\text{イ} : -\frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}} N_{xy}$ または $-\frac{x}{\sqrt{R^2 - z^2}} N_{xy}$ (解答 1 点) $\text{ウ} : -\frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}} N_{xy}$ または $-\frac{y}{\sqrt{R^2 - z^2}} N_{xy}$ (解答 1 点)
	(2) 2 点	[解答] $\sin \theta_0 = \sqrt{\left\{1 - \left(\frac{z_T}{R}\right)^2\right\} \left(1 - \frac{2gz_T}{v_0^2}\right)}$ (解答 2 点) [記述] 最高点で速度が水平向きになることを面積速度一定則に踏まえようとしていれば 1 点
	(3) 2 点	[解答] $\sqrt{\frac{1}{3} \left\{1 - \left(\frac{v_0^2}{3gR}\right)^2\right\}}$ (解答 2 点) [記述] $z_T < z_1$ に注目してあれば 1 点
	(4) 2 点	[解答] $\sin \theta_L = \frac{1}{\sqrt{3}}$ (解答 2 点)

第 2 問 (計 20 点)

I 計 4 点	(1) 2 点	[解答] $C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$ (解答 2 点)
	(2) 2 点	[解答] $F_0 = \frac{CV^2}{2d}$ または $\frac{\epsilon_0 SV^2}{2d^2}$ (解答 2 点) [記述] 係数のみがミスしている場合は 1 点。
II 計 8 点	(1) 2 点	[解答] $Q_1 = -\frac{1}{4}CV$ または $-\frac{1}{4}\frac{\epsilon_0 SV}{d}$ (解答 2 点) [記述] AP 間の電位差と PB 間の電位差の合計が V であることを考えてい れば 1 点を与える。
	(2) 2 点	[解答] $F_1 = \frac{CV^2}{4d}$ または $\frac{\epsilon_0 SV^2}{4d^2}$ (解答 2 点)
	(3) 2 点	[解答] $W = -\frac{1}{4}CV^2$ または $-\frac{1}{4}\frac{\epsilon_0 SV^2}{d}$ (解答 2 点) [記述] Q_1V を計算していれば 1 点
	(4) 2 点	[解答] $\Delta U = -\frac{1}{16}CV^2$ または $-\frac{1}{16}\frac{\epsilon_0 SV^2}{d}$ (解答 2 点) [記述] 2 つのコンデンサーの静電エネルギーの和の変化を計算しようとし ていれば 1 点
III 計 8 点	(1) 2 点	[解答] $Q = \frac{x-d}{2d}CV$ または $\frac{x-d}{2d}\frac{\epsilon_0 SV}{d}$ (解答 2 点) [記述] AP 間の電位差と PB 間の電位差の合計が V であることを考えてい れば 1 点を与える。
	(2) 2 点	[解答] $I = \frac{CV}{2d}v$ または $\frac{\epsilon_0 SV}{2d^2}v$ (解答 2 点) [記述] 電流は単位時間あたりの電気量の変化 ($I = \frac{dQ}{dt}$) であることを考 えていれば 1 点。
	(3) 2 点	[解答] $F = \frac{CV^2}{2d^2}x$ または $\frac{\epsilon_0 SV^2}{2d^3}x$ (解答 2 点)
	(4) 2 点	[解答] $v = \sqrt{\frac{CV^2}{2md^2}\left(x^2 - \frac{d^2}{4}\right)}$ または $\sqrt{\frac{\epsilon_0 SV^2}{2md^3}\left(x^2 - \frac{d^2}{4}\right)}$ (解答 2 点) [記述] 極板 P の運動エネルギーが外力のした仕事, または静電エネルギー の変化と電池のした仕事によって計算されることが理解できていれば 1 点 (すなわちエネルギーの収支に着眼していれば 1 点)

第 3 問 (計 20 点)

I 計 10 点	(1) 3 点	[解答] $\mathcal{A} : nR, \quad \mathcal{I} : nC_V + D, \quad \mathcal{U} : -\frac{n(C_V + R) + D}{nC_V + D}$ (解答各 1 点)
	(2) 2 点	[解答] $\beta = \frac{n(C_V + R) + D}{nC_V + D}$ (解答 2 点) [記述] 記述最大 1 点 ・ $(p + \Delta p)(V + \Delta V)^\beta = pV^\beta$ を近似計算していれば 1 点 ・ 変数分離形を積分していれば 1 点
	(3) 2 点	[解答] $p_B = \alpha^\beta p_0$ (解答 1 点), $T_B = \alpha^{\beta-1} T_0$ (解答 1 点)
	(4) 3 点	[解答] $\mathcal{E} : 1, \mathcal{O} : \frac{C_V + R}{C_V}$ (エ, オは完答で 1 点), $\mathcal{K} : \text{等温}$ (解答 1 点), $\mathcal{K} : \text{断熱}$ (解答 1 点)
II 計 6 点	(1) 2 点	[解答] $W_{AC} = \frac{\alpha^{\gamma-1} - 1}{\gamma - 1} p_0 V_0$ (解答 2 点) [記述] 記述最大 1 点 ・ 内部エネルギーの変化を計算しようとしていれば 1 点 ・ 圧力の体積積分をしようとしていれば 1 点
	(2) 2 点	[解答] $T_{B'} = \left\{ 1 + \frac{\beta - 1}{\gamma - 1} (\alpha^{\gamma-1} - 1) \right\} T_0$ (解答 2 点) [記述] 気体と金属の間での熱のやり取りについて各々の熱容量を用いて記述しようとしていれば 1 点
	(3) 2 点	[解答] $T_{B'} \geq T_B$ (解答と理由のセットで 2 点) 注) 等号なし不等号でも正解とする [理由] 次のいずれかを理由としている。 ・ 仕事の大小関係を説明している。 ・ $\gamma \geq \beta$ より不等式 $T_{B'} \geq T_B$ を導いている。
III 計 4 点	(1) 1 点	[解答] $T_1 = \frac{1}{\alpha^{\beta-1}} \left\{ 1 + \frac{\beta - 1}{\gamma - 1} (\alpha^{\gamma-1} - 1) \right\} T_0$ (解答 1 点) 設問 II (2) を間違えており, それを引用していたとしても $T_1 = \frac{1}{\alpha^{\beta-1}} T_{B'}$ の形になっていれば解答 1 点を与える。
	(2)	[解答] 等温または断熱変化(等温 1 点, 断熱 1 点, 計 2 点)

	2 点	
(3)	[解答] ②(解答 1 点)	
	1 点	