

第 1 問 (計 50 点)

[A] 計 9 点	(a) 4 点	過程 : 1 点	小球の力学的エネルギーが保存することを理解していれば, 過程点1点を与える。
		結果 : 3 点	$\sqrt{v_0^2 - 4gl}$
	(b) 5 点	過程 : 2 点	高さが最大の点での張力の大きさが 0 以上であるという条件を考えていけば, 過程点 2 点を与える。
		結果 : 3 点	$v_0 \geq \sqrt{5gl}$
[B] 計 11 点	(c) 6 点	過程 : 2 点	以下の過程点①, ②を独立に与える。 ①小球の向心方向の運動方程式 (力のつりあいの式) を立式しようとしていけば, 過程点1点を与える。 ②小球の鉛直方向の運動方程式 (力のつりあいの式) を立式しようとしていけば, 過程点1点を与える。
		結果 : 4 点	$T = \frac{mv_0^2}{l \cos^2 \beta}$ 2 点 $N = m \left(g - \frac{v_0^2 \sin \beta}{l \cos^2 \beta} \right)$ 2 点
	(d) 5 点	過程 : 2 点	垂直抗力の大きさが 0 以上であるという条件を考えていけば, 過程点 2 点を与える。
		結果 : 3 点	$v_0 \leq \sqrt{gl \frac{\cos^2 \beta}{\sin \beta}}$

[C] 計 20 点	(e) 5 点	過程 : 2 点	小球の力学的エネルギーが保存することを理解していれば, 過程点2点を与える。
		結果 : 3 点	$\sqrt{v_0^2 - 2gl \sin \alpha \cos \beta (1 - \cos \theta)}$
	(f) 5 点	過程 : 2 点	$\theta = \pi$ における小球の向心方向の運動方程式 (力のつりあいの式) を立式しようとしていけば, 過程点2点を与える。
		結果 : 3 点	$v_{\min} = \sqrt{5gl \sin \alpha \cos \beta}$
	(g) 5 点	過程 : 2 点	以下の過程点①, ②を独立に与える。 ① $\theta = 0$ における小球の向心方向の運動方程式 (力のつりあいの式) を立式しようとしていけば, 過程点 1 点を与える。 ② $\theta = 0$ における小球の板に垂直な方向の運動方程式 (力のつりあいの式) を立式しようとしていけば, 過程点 1 点を与える。
		結果 : 3 点	$v_{\max} = \sqrt{g\ell \left(\frac{1}{\tan \alpha \tan \beta} - 1 \right) \sin \alpha \cos \beta}$
(h) 5 点	過程 : 2 点	$v_{\min} < v_{\max}$ という条件を考えていけば, 過程点 2 点を与える。	
	結果 : 3 点	$\tan \alpha < \frac{1}{6 \tan \beta}$	
[D] 計 10 点	(i) 5 点	過程 : 2 点	重力と慣性力の合力が板に垂直であるという条件を考えていけば, 過程点 2 点を与える。
		結果 : 3 点	$a = -g \tan \alpha$
	(j) 5 点	過程 : 2 点	板上の観測者から見たとき, 小球が最下点 P を再び通過するときの速さが v_0 であることを理解していれば, 過程点 2 点を与える。
		結果 : 3 点	$\sqrt{v_0^2 + 2a'L}$

第2問 (計50点)

[A] 計28点	(a) 16点	結果：16点	(ア) $2a^2\omega t$: 4点 (イ) $2Ba^2\omega\Delta t$: 4点 (ウ) $2Ba^2\omega$: 4点 (エ) ② : 4点
	(b) 8点	結果：8点	(オ) ① : 4点 (カ) $2ea^2\omega B$: 4点
	(c) 4点	過程：2点 結果：2点	誘導起電力の大きさが半円導線の半径の2乗に比例することを理解していれば、過程点2点を与える。 $V_2 = \frac{1}{4}V_1$
[B] 計12点	(d) 4点	過程：2点 結果：2点	導体棒に大きさ Bdv の誘導起電力が生じることを理解していれば、過程点2点を与える。 $\frac{Bdv - V_1}{2R}$
	(e) 4点	過程：2点 結果：2点	電流が流れなくなった状態について考えられていれば、過程点2点を与える。 $v_1 = \frac{V_1}{Bd}$
	(f) 4点	結果：4点	③
[C] 計10点	(g) 5点	過程：2点 結果：3点	導体棒にはたらく力のつりあいについて考えられていれば、過程点2点を与える。 $v_t = \frac{3V_1}{8Bd}$
	(h) 5点	過程：2点 結果：3点	導体棒 P' にはたらくローレンツ力に抗してする仕事，導体棒 P' の誘導起電力による供給電力，導体棒 Q での消費電力のいずれかについて考えられていれば，過程点2点を与える。 $\frac{25V_1^2}{96R}$

第3問 (計50点)

[A] 計28点	(a) 16点	結果：16点	(ア) $\frac{nRT}{V}$: 4点 (イ) $\gamma - 1$: 4点 (ウ) $\left(\frac{T_L}{T_H}\right)^{\frac{1}{\gamma-1}}$: 4点 (エ) $\left(\frac{T_L}{T_H}\right)^{\frac{1}{\gamma-1}}$: 4点
	(b) 4点	過程：2点	熱力学第一法則を用いて考えていけば，過程点2点を与える。
		結果：2点	$Q_H = nRT_H \log \frac{V_B}{V_C}$: 1点 $Q_L = nRT_L \log \frac{V_A}{V_D}$: 1点
	(c) 4点	過程：2点	$\frac{V_B}{V_C} = \frac{V_A}{V_D}$ を求めていけば，過程点2点を与える。
結果：2点		$\frac{Q_H}{T_H} = \frac{Q_L}{T_L}$	
(d) 4点	過程：2点	熱力学第一法則を用いて考えていけば，過程点2点を与える。	
	結果：2点	$W_0 = Q_H - Q_L$	
[B] 計7点	(e) 4点	過程：2点	$\varepsilon = \frac{Q_H}{W_0}$ または $\varepsilon = \frac{Q_H}{Q_H - Q_L}$ を立式できていけば，過程点2点を与える。
		結果：2点	$\varepsilon = \frac{T_H}{T_H - T_L}$
	(f) 3点	結果：3点	理想的なヒートポンプを用いた暖房の暖房効率が1より大きいこと，またはそれに準ずることを述べていけば，結果点3点を与える。

[C] 計 15 点	(g) 12 点	結果 ; 12 点	(オ) $(1 - k)W_E$: 4 点 (カ) $\frac{Q_H - Q_L}{1 - k}$: 4 点 (キ) $\frac{\alpha(T_H - T_L)^2}{(1 - k)T_H}$: 4 点
	(h) 3 点	過程 ; 1 点 結果 : 2 点	$k = \frac{T_L}{T_H}$ が求められていれば, 過程点 1 点を与える。 $k = 0.9$