

第 1 問 (計 50 点)

〔A〕 計 10 点	(a) 4 点	過程 ; 2 点	以下の過程点①, ②を独立に与える。 ①物体 A と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。 ②小球の運動方程式または慣性力を考慮した力のつりあいの式を立てるという方針があれば, 過程点 1 点を与える。
		結果 : 2 点	$m \frac{u_0^2}{\ell} - \left(2 - \frac{3d}{\ell}\right) mg$
	(b) 6 点	過程 ; 2 点	以下の過程点①, ②を独立に与える。 ①物体 A と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。 ②物体 A を放した後, 物体 A と小球の運動量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 : 4 点	$U_1 = \frac{1}{4} \left(\sqrt{7u_0^2 + gl} + \sqrt{u_0^2 - gl} \right) : 2 \text{ 点}$ $u_1 = \frac{1}{4} \left(\sqrt{7u_0^2 + gl} - \sqrt{u_0^2 - gl} \right) : 2 \text{ 点}$
〔B〕 計 28 点	(c) 4 点	過程 ; 1 点	小球の力のつりあいの式を立てるという方針があれば, 過程点 1 点を与える。
		結果 : 3 点	$\frac{\sqrt{2}}{2} mg$
	(d) 12 点	結果 : 12 点	(ア) $\frac{1}{2} V : 3 \text{ 点}$ (イ) $\frac{\sqrt{3}}{2} v : 3 \text{ 点}$ (ウ) $\sqrt{\frac{3(\sqrt{3} - \sqrt{2})m}{6M + m}} gl : 3 \text{ 点}$ (エ) $\sqrt{\frac{(\sqrt{3} - \sqrt{2})m}{6M + m}} gl : 3 \text{ 点}$
(e) 6 点	過程 ; 3 点	以下の過程点①, ②, ③を独立に与える。 ①衝突するまで, 物体 A, B と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。	

			<p>②衝突の前後における物体 A, B の速さの関係について考えていれば, 過程点 1 点を与える。</p> <p>③衝突した後, 物体 A, B と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。</p>
		結果: 3 点	$\left(\frac{7}{16} + \frac{9\sqrt{2}}{32}\right)\ell$
	(f) 6 点	過程: 2 点	<p>以下の過程点①, ②を独立に与える。</p> <p>①衝突の瞬間について考えるという方針があれば, 過程点 1 点を与える。</p> <p>②衝突の瞬間を除いて物体 A, B と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。</p>
		結果: 4 点	物体 A ⑤: 2 点 小球 ③: 2 点
〔C〕 計 12 点		過程: 2 点	<p>以下の過程点①, ②を独立に与える。</p> <p>①物体 A, B の距離が $\sqrt{2}\ell$ のときに動き始める条件を考えるという方針があれば, 過程点 1 点を与える。</p> <p>②物体 A, B の距離が ℓ のときに静止している条件を考えるという方針があれば, 過程点 1 点を与える。</p>
	(g) 6 点	結果: 4 点	$M < m < (1 + \sqrt{3})M$ または $\frac{\sqrt{3}-1}{2}m < M < m$ 完全に正答でない場合でも, $M < m$ の要素に結果点 2 点, $m < (1 + \sqrt{3})M$ の要素に結果点 2 点をそれぞれ与える。
	(h) 6 点	過程: 2 点	<p>以下の過程点①, ②を独立に与える。</p> <p>①衝突の前後における物体 A, B の速さの関係を理解していれば, 過程点 1 点を与える。</p> <p>②物体 A, B と小球の力学的エネルギーが摩擦力の仕事によって失われることを理解していれば, 過程点 1 点を与える。</p>
		結果: 4 点	$\frac{4}{9}\sqrt{3g\ell}$

第2問 (計50点)

〔A〕 計10点	(a) 4点	過程；1点	コンデンサーの互いに向かい合っている極板の面積が $\frac{\pi r^2}{2}$ であることを理解していれば、過程点1点を与える。
		結果；3点	$C_0 = \frac{\pi \epsilon_0 r^2}{2d}$
	(b) 6点	過程；2点	以下の過程点①、②を独立に与える。 ①スイッチを入れた直後はコンデンサーでの電圧降下は0であることを理解していれば、過程点1点を与える。 ②十分に時間がたつと回路に電流が流れなくなること理解していれば、過程点1点を与える。
		結果；4点	$I_0 = \frac{E}{R}$ ：2点 $Q_0 = C_0 E$ ：2点
〔B〕 計22点	(c) 4点	過程；1点	コンデンサーの互いに向かい合っている極板の面積が $\frac{(\pi - \theta_0)r^2}{2}$ であることを理解していれば、過程点1点を与える。
		結果；3点	$\frac{\pi - \theta_0}{\pi} C_0$
	(d) 10点	結果；2点	以下の過程点①、②を独立に与える。 ①コンデンサーに蓄えられた電荷が Q_0 のまま変化しないことを理解していれば、過程点1点を与える。 ②外力の仕事とエネルギーの関係を考えるという方針があれば、過程点1点を与える。
		結果；8点	$U = \frac{\pi}{2(\pi - \theta_0)} C_0 E^2$ ：4点 $W = \frac{\theta_0}{2(\pi - \theta_0)} C_0 E^2$ ：4点
	(e) 8点	過程；2点	以下の過程点①、②を独立に与える。 ①外力の仕事が $F r \Delta \theta$ であることを理解していれば、過程点1点を与える。 ②外力の仕事とエネルギーの関係を考えるという方針があれば、過程点1点を与える。

		結果：6点	$\frac{\pi}{2(\pi - \theta_0)^2} \frac{C_0 E^2}{r}$
〔C〕 計 18 点	(f) 4 点	過程：1点	コンデンサーの電気容量が $\epsilon_r C_0$ であることを理解していれば、過程点 1 点を与える。
		結果：3点	$Q_0' = \epsilon_r C_0 E$
	(g) 10 点	過程：2点	以下の過程点①、②を独立に与える。 ①コンデンサーの電気容量が $\frac{\epsilon_r \pi - (\epsilon_r - 1)\phi_0}{\pi} C_0$ になることを理解していれば、過程点 1 点を与える。 ②コンデンサーに蓄えられた電荷が Q_0' のまま変化しないことを理解していれば、過程点 1 点を与える。
		結果：8点	$U' = \frac{\epsilon_r^2 \pi}{2\{\epsilon_r \pi - (\epsilon_r - 1)\phi_0\}} C_0 E^2 : 4 \text{ 点}$ $W' = \frac{\epsilon_r (\epsilon_r - 1)\phi_0}{2\{\epsilon_r \pi - (\epsilon_r - 1)\phi_0\}} C_0 E^2 : 4 \text{ 点}$
	(h) 4 点	過程：1点	$W' > 0$ であること、もしくは静電気力によって誘電体が引き込まれることを述べていれば、過程点 1 点を与える。
		結果：3点	②

第3問 (計50点)

〔A〕 計20点	(a) 12点	結果；12点	(ア) $\frac{d}{2}$ ：3点 (イ) nw ：3点 (ウ) Δnw ：3点 (エ) $\frac{2\pi\Delta nw}{\lambda}$ ：3点
	(b) 4点	過程；1点	超音波層を出る光の位相が等しくなるような間隔について考えていれば、過程点1点を与える。
		結果；3点	d
	(c) 4点	過程；1点	間隔 d で隣り合う位置から超音波層を出る光について、光路差が λ の整数倍になる、あるいは位相差が 2π の整数倍になるという条件を述べていれば、過程点1点を与える。
結果；3点		$\sin\theta_m = \frac{m\lambda}{d}$	
〔B〕 計14点	(d) 4点	結果；1点	固有振動が形成される条件を考えるという方針があれば、過程点1点を与える。
		結果；3点	$\frac{kd}{2} = h$
	(e) 5点	過程；1点	超音波槽内の空気の屈折率が同じになるような間隔について考えていれば、過程点1点を与える。
		結果；4点	①
(f) 5点	過程；1点	固有振動の波形が平坦になる瞬間があることについて考えていれば、過程点1点を与える。	
	結果；4点	$\frac{d}{2v}$	
〔C〕 計16点	(g) 12点	結果；12点	(オ) 0 ：4点 (カ) $v\sin\theta_m$ ：4点 (キ) $\frac{c - v\sin\theta_m}{c}\lambda$ ：4点
	(h) 4点	過程；1点	$\sin\theta_m = \frac{m\lambda_m}{d}$ が成り立つことを述べていれば、過程点1点を与える。
		結果；3点	$\Delta v_m = mf$