2023 年度　第１回　京大本番レベル模試（物理）採点基準

物理問題　Ⅰ（計３４点）

(1)　計１１点

ア：$M\left(\dfrac{x}{R}\right)^3$：２点

イ：$\dfrac{GMm}{R^3}$：２点

ウ：$\dfrac{GMm}{2R^3}x^2$：２点

エ：$2\pi\sqrt{\dfrac{R^3}{GM}}$：３点

オ：$\sqrt{\dfrac{GM}{R}}$：２点

問１　４点

[解答] 条件：$v_0 < \sqrt{\dfrac{2GM}{R}}$，最大距離：$\dfrac{2GM}{2GM - R{v_0}^2}R$：各１点

[記述] 最大２点

- 力学的エネルギー保存則を考えようとしている：１点
- （$x \geq R$ において）万有引力による位置エネルギーが $-\dfrac{GMm}{(\text{点Oからの距離})} + (\text{定数})$ で書けることを示している：１点

(2)　計１７点

カ：$\dfrac{GMm}{R^3} - m\omega^2$：２点

キ：$\sqrt{\dfrac{GM}{R^3}}$：２点

以降，$\omega_0 = \sqrt{\dfrac{GM}{R^3}}$ を代入した形もすべて正解とする。

ク：$\dfrac{R}{v_0}$：２点

ケ：$\dfrac{1}{2}m\left({v_0}^2 + {\omega_0}^2x^2\right)$：３点

コ：$\dfrac{1}{2}m\left({v_0}^2 + 2{\omega_0}^2x^2\right)$：２点

サ：$2m{\omega_0}^2x\varDelta x$：２点

シ：$\dfrac{N\omega_0 x}{v_0}\varDelta x$：２点

ス：$2m\omega_0 v_0$：２点

問２　２点

[解答] $W = m{\omega_0}^2R^2$：１点

[記述] 以下のいずれかの方針に沿って最大１点を与える。

❏方針１：仕事とエネルギーの関係から考える

- 垂直抗力のする仕事が小物体の力学的エネルギーの変化に等しいことに着目している：１点

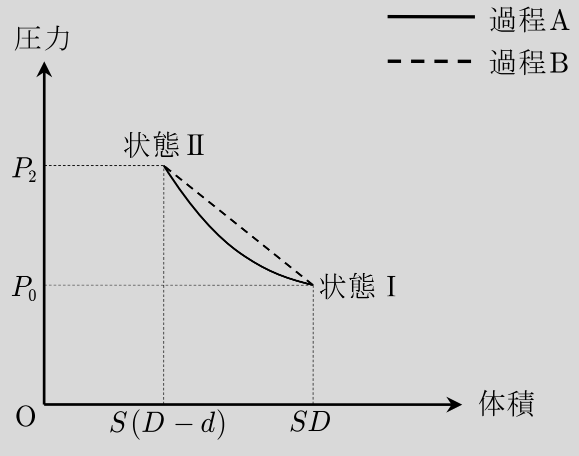
❏方針２：積分によって求める

- $\boxed{\text{シ}}$ で考えた $\varDelta W$ を用いて $W = \int dW$ を考えようとしている（記述の仕方は数式でもグラフの三角形の面積でも可）：１点

物理問題　II（計３３点）

(1) 計１０点	イ：$\dfrac{Q}{\varepsilon_0 S}$ ：２点 ロ：Ex ：２点 ハ：$\dfrac{\varepsilon_0 S}{x}$ または $\dfrac{Q}{Ex}$ ：２点 ニ：$\dfrac{Q^2}{2\varepsilon_0 S}x$ ：２点 ホ：$\dfrac{Q^2}{2\varepsilon_0 S}(D-x)$ ：２点
問１ ３点	[解答] 0 ：１点 [記述] 以下のいずれかの方針に沿って最大２点を与える。 ❏方針１：仕事がコンデンサー全体の静電エネルギー変化に等しいことを考える ● 外力のした仕事がコンデンサー全体の静電エネルギー変化に等しいことがわかっている：２点 ❏方針２：極板Ｃに電場から働く力（極板間引力の合力）が０であることを考える ● 極板Ｃの合計電荷が０であることに着目している：２点 ● 極板Ｃの左右の表面電荷が，極板 AB の電荷がつくる電場からそれぞれ受ける力を考えている：２点
(2) 計８点	ヘ：$-\dfrac{D-x}{D}q$ ：２点 ト：$\dfrac{q^2}{2\varepsilon_0 SD}x(D-x)$ ：２点 チ：$\dfrac{q^2}{2\varepsilon_0 SD}(2x-D)$ ：２点 リ：②：２点
(3) 計１０点	ヌ：$\varepsilon_0 SV\left(\dfrac{1}{x}+\dfrac{1}{D-x}\right)$ ：２点 ル：$\dfrac{1}{2}V\varDelta q$ ：２点 ヲ：$-\dfrac{1}{2}V\varDelta q$ ：２点 ワ：$\dfrac{\varepsilon_0 SV^2}{2}\left\{-\dfrac{1}{x^2}+\dfrac{1}{(D-x)^2}\right\}$ ：２点 カ：②：２点

問２ ２点	[記述] 以下のいずれかの方針に沿って最大２点を与える。 ❏方針１：与えられた近似式を利用する ● $\boxed{\text{ヌ}}$ で得た式の，位置 $x+\Delta x$ のときの値と位置 x のときの値の差を考えようとしている：１点 ● $\left\lvert\dfrac{\Delta x}{x}\right\rvert$, $\left\lvert\dfrac{\Delta x}{D-x}\right\rvert$ が1に比べて小さいことに着目して正しく近似式が適用できている：１点 ❏方針２：$\boxed{\text{ヌ}}$ で得た式を微分する ● $\boxed{\text{ヌ}}$ で得た式を x の関数とみて，x で微分している：２点 ※　示すべき式は問題文に与えられているため，結果の式に配点はない。

物理問題　Ⅲ（計３３点）	
(1) 計６点	あ：$\dfrac{P_0SD}{RT_1}$ ：２点　　い：$P_0+\rho dg$ ：２点 う：$\left(\dfrac{P_2}{P_0}\right)^{\frac{2}{5}}T_1$ または $\left(\dfrac{P_0+\rho dg}{P_0}\right)^{\frac{2}{5}}T_1$ ：２点
以降，$\rho g=\left\{\left(\dfrac{D}{D-d}\right)^{\frac{5}{3}}-1\right\}\dfrac{P_0}{d}$ を代入した形もすべて正解として併記する。	
(2) 計９点	え：$-\dfrac{\rho g}{S}$ または $-\left\{\left(\dfrac{D}{D-d}\right)^{\frac{5}{3}}-1\right\}\dfrac{P_0}{Sd}$ ：２点 お：$P_0+\rho Dg$ または $\dfrac{D-d}{d}\left\{\left(\dfrac{D}{D-d}\right)^{\frac{8}{3}}-1\right\}P_0$ ：１点 か：$\left(P_0+\dfrac{\rho dg}{2}\right)Sd$ または $\dfrac{1}{2}\left\{\left(\dfrac{D}{D-d}\right)^{\frac{5}{3}}+1\right\}P_0Sd$ ：２点 き：$\dfrac{3}{2}\left\{\rho(D-d)g-P_0\right\}Sd$ または $\dfrac{3}{2}\left\{\left(\dfrac{D}{D-d}\right)^{\frac{2}{3}}-1\right\}P_0SD$ ：２点 く：$\varDelta U-W$ ：２点
問１ 計４点	[解答] 

	● 過程 A の曲線の概形が正しく実線で描かれている：1 点 (i) ● 過程 B の直線の概形が正しく破線で描かれている：1 点 (ii) ● 状態 I，II の位置関係がおおよそ正しい（I が II の右下）：1 点 (iii) ● 状態 I，II に対応する座標がすべて正しく書かれている （P_2 は $P_0+\rho dg$ や $\left(\dfrac{D}{D-d}\right)^{\frac{5}{3}}P_0$ でもよい）：1 点 (iv) ※ 「状態 I」「状態 II」という文字が書かれていなくても減点はしないが，座標も書かれておらずどちらがどの状態に対応するかわからない場合，上記(iii)，(iv)の加点はなくなる。
問 2 4 点	[解答] $Q<0$：1 点 [記述] 以下のいずれかの方針に沿って最大 3 点を与える。 ❏方針 1：問 1 のグラフから仕事の大小を比較する 過程 A において気体がされた仕事を W_{A} として ● 過程 A と B それぞれの内部エネルギー変化に着目している：1 点 ● $0=\left(\text{過程Aでの内部エネルギー変化}\right)-W_{\mathrm{A}}$ であることがわかっている：1 点 ● 過程 B において気体がされた仕事 W と W_{A} を比較している：1 点 ❏方針 2：Q の式を具体的に求める ● $a=\left(\dfrac{D}{D-d}\right)^{\frac{1}{3}}$ として，$Q=-\dfrac{1}{2a^3}\left(a^8-4a^5+4a^3-1\right)P_0SD$ と同値な式が導かれている：2 点 ● 数学的に Q の値が負であることが正しく論証されている （例えば，因数分解や増減表を書くなど）：1 点
(3) 計 8 点	け：$\dfrac{3}{2}PV$：2 点　　こ：$\dfrac{3}{2}\left(P\Delta V+V\Delta P\right)$：2 点 さ：$-\dfrac{5}{3}$：2 点 し：$\dfrac{5}{8}\left(D+\dfrac{P_0}{\rho g}\right)$ または $\dfrac{5}{8}\cdot\dfrac{\left(\dfrac{D}{D-d}\right)^{\frac{8}{3}}-1}{\left(\dfrac{D}{D-d}\right)^{\frac{5}{3}}-1}(D-d)$：2 点
問 3 計 2 点	[解答] $\rho>\dfrac{5P_0}{3Dg}$：1 点 [記述] 最大 1 点 ● ピストンの位置が $x=D$ より小さい（下である）ことを考えている：1 点