

第 1 問（計 20 点）

I 計 6 点	(1) 2 点	$2mgr \cos \theta_0$ : 解答 2 点 添字のミスは減点しない。小球 B に働く重力のモーメントの大きさとして $2mgr \cos(120^\circ - \theta_0)$ でも正解。また、 $\theta_0 = 60^\circ$ より $mgr$ でも正解。 $2m \rightarrow m$ の間違いなど軽微なミスのみならば記述 1 点を与える。
	(2) 2 点	$\tan \theta_0 = \sqrt{3}$ : 解答 2 点 力のモーメントのつり合い、または A, B の重心に注目していれば記述 1 点を与える。
	(3) 2 点	$N_B = \sqrt{3}mg$ : 解答 2 点 力のつり合いに注目していれば記述 1 点を与える。
II 計 8 点	(1) 2 点	$U = -2\sqrt{3}mgr \cos(\theta - 60^\circ)$ : 解答 2 点 $\text{同値式正解例: } \begin{cases} U = -2mgr \{ \sin \theta + \sin(120^\circ - \theta) \} \\ U = -\sqrt{3}mgr (\sqrt{3} \sin \theta + \cos \theta) \\ U = -2\sqrt{3}mgr \sin(\theta + 30^\circ) \end{cases}$ 他、同値式ならばすべて正解とする。また、最後に結果としているものが間違っているも、計算途中に解答の同値式が含まれていれば正解とする。解答の同値式が含まれていなくても、基準の取り違い、 $2m \rightarrow m$ の間違いなど軽微なミスのみならば記述 1 点を与える。
	(2) 2 点	$K = 3mv^2$ : 解答 2 点 2 小球の運動エネルギーの和を計算する方針の場合、小球 B の速さが $2v$ だとわかっていれば記述 1 点を与える。 重心運動と相対運動のエネルギーを考える方針の場合、重心の速さが $\frac{2}{\sqrt{3}}v$ だとわかっていれば記述 1 点を与える。
	(3) 2 点	$\theta_M = 120^\circ$ : 解答 2 点 エネルギー保存則を記述しようとしている、また重心高度や振動対称性についての記述など、解答につながる考察があれば記述 1 点を与える。
	(4) 2 点	$v_M = \sqrt{\frac{gr}{\sqrt{3}}}$ : 解答 2 点 エネルギー保存則に注目していれば記述 1 点を与える。

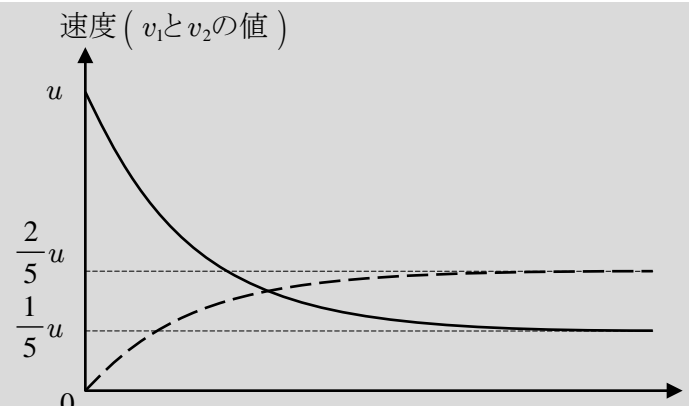
Ⅲ 計 6 点	(1) 4 点	ア：⑬：解答 1 点      イ：⑩：解答 1 点      ウ：①：解答 1 点 i： $-\frac{g}{\sqrt{3}r}$ ：解答 1 点
	(2) 2 点	$\delta = v_0 \sqrt{\frac{\sqrt{3}}{gr}}$ ：解答 2 点 単振動の最大速度を得るにつながる考察があれば記述 1 点を与える。

第 2 問（計 20 点）

(1)  $i = \frac{Bl}{R}(2v_1 - v_2)$  : 解答 2 点  
 2 点 微分方程式を解き  $i = \frac{2Blu}{R}e^{-\frac{5(Bl)^2}{mR}t}$  としていても正解。  
 回路の方程式に注目していれば記述 1 点。

(2)  $k = 2$  : 解答 2 点  
 2 点 運動方程式に注目していれば記述 1 点。

(3)  $v_1 = \frac{1}{5}u$  : 解答 2 点     $v_2 = \frac{2}{5}u$  : 解答 2 点  
 4 点  $k$  を使って  $v_1 = \frac{1}{1+2k}u$ ,  $v_2 = \frac{2}{1+2k}u$  でも正解。  
 $v_1, v_2$  両方不正解, または片方不正解である場合, 十分に時間が経過した後  $i = 0$  であることがわかっているならば記述 1 点。

(4)  $v_1$  と  $v_2$  の値  
 2 点   
 実線  $v_1$  :  $(0, u)$  から負の傾きで始まり単調減少, かつ 2 階微分が常に正で  $v_1 = \frac{1}{5}u$  に漸近する。解答 1 点。  
 実線  $v_2$  :  $(0, 0)$  から正の傾きで始まり単調増加, かつ 2 階微分が常に負で  $v_2 = \frac{2}{5}u$  に漸近する。解答 1 点。  
 ※ただし, 漸近する値が誤っている場合と, 漸近する値の記述がない場合に限り, 他の条件を満たしていれば, (4) 全体として解答点は 0 点だが記述点 1 点を与える。

(5)  $\frac{2}{5}mu^2$  : 解答 2 点  
 2 点 2 本の導体棒の運動エネルギーの減少に注目している, または  $Ri^2$  を時間で積分しようとしていけば記述 1 点。

I  
 計 12 点

II 計 8 点	(1) 2 点	$w_1 = \frac{1}{5}u$ : 解答 1 点 $w_2 = \frac{2}{5}u$ : 解答 1 点 $w_1, w_2$ 両方不正解である場合, 解答に至る考察がなされていれば記述 1 点を与える。
	(2) 2 点	$j_0 = 2u\sqrt{\frac{m}{5L}}$ : 解答 2 点 エネルギー保存則に注目できていれば記述 1 点を与える。
	(3) 4 点	$w_1$ のグラフ : ク : 解答 2 点 $w_2$ のグラフ : カ : 解答 2 点

第 3 問（計 20 点）

I 計 9 点	(1) 3 点	$L_1 = \alpha^{-\frac{3}{5}} L_0$ : 解答 3 点 ・力のつり合いに注目していれば記述 1 点を与える。 ・断熱変化であると記述している, または与えられたポアソン則を使おうとしているなど, 断熱変化であることが分かっているならば記述 1 点を与える。 これらは独立であり記述点の最大は 2 点である。
	(2) 3 点	$\Delta U = \frac{3}{2}(\alpha^{\frac{2}{5}} - 1)mgL_0$ : 解答 3 点 単原子分子の内部エネルギーを $U = \frac{3}{2}pV$ または $U = \frac{3}{2}nRT$ で計算しようとしていれば少なくとも記述 1 点は与える。ミス of 引継ぎなど軽微なミスであり, 方針が正確であればさらに記述 1 点を加え, 記述 2 点とする。
	(3) 3 点	$W = \left( \frac{5}{2}\alpha^{\frac{2}{5}} - \alpha - \frac{3}{2} \right) mgL_0$ : 解答 3 点 ・熱力学第一法則(エネルギー保存則)に注目できていれば記述 1 点を与える。 ・重力のした仕事または重力の位置エネルギーの変化に注目できていれば記述 1 点を与える。 これらは独立であり記述点の最大は 2 点である。

II 計 11 点	(1) 3 点	$L_2 = \alpha^{-\frac{3}{5}} L_0 : \text{解答 3 点}$ <p>設問 I (1) と等しい答えを書いている場合、正解とし、解答 3 点を与える。ピストンの速さが最大するとき、運動方程式において加速度が 0 となる、または力のつり合いが成立することに注目できていれば記述 1 点を与える。</p>
	(2) 3 点	$v_2 = \sqrt{\left(-5\alpha^{-\frac{3}{5}} + 2 + 3\alpha^{-1}\right)gL_0} : \text{解答 3 点}$ <p>エネルギー保存則に注目できていれば記述 1 点を与える。さらに、そのエネルギー保存則が「ピストンの運動エネルギー」、「ピストンの重力の位置エネルギー」、「気体の内部エネルギー」の 3 つの関係式となっている、またはそれと同等なエネルギーと仕事の関係が記述できていれば、表式または計算にミスがあっても記述 1 点を加え、記述 2 点とする。</p>
	(3) 3 点	$L_3 = \frac{2\alpha + 3}{5\alpha} L_0 : \text{解答 3 点}$ <p>エネルギー保存則 (熱力学第 1 法則) に注目できていれば記述 1 点を与える。さらに、その式が「ピストンの重力の位置エネルギー」、「気体の内部エネルギー」の 2 つの関係式となっている、またはそれと同等なエネルギーと仕事の関係が記述できていれば、表式または計算にミスがあっても記述 1 点を加え、記述 2 点とする。</p>
	(4) 2 点	$L'_3 = \frac{2}{5} L_0 : \text{解答 2 点}$ <p>設問 II (3) の解答のミスを引き継いでいても、極限が正確にとれていれば記述 1 点を与える。</p>