2020 年度　第 1 回　東北大本番レベル模試（物理）採点基準

$\boxed{1}$（計３４点）

問(1) 計１４点	(a) 5 点	過程：1 点	動摩擦力の大きさ μN の認識に過程点 1 点を与える。
		結果：4 点	$F=-\mu mg$ ：2 点，$a=-\mu g$ ：2 点
	(b) 3 点	過程：1 点	等加速度運動の式（$a=-\mu g$ の代入不要），または力学的エネルギーと仕事の関係に過程点 1 点を与える。
		結果：2 点	$V=\sqrt{\frac{2}{3}\mu g\ell}$
	(c) 3 点	過程：1 点	等加速度運動の式または運動量と力積の関係に過程点 1 点を与える。
		結果：2 点	$t_1=\sqrt{\frac{2\ell}{3\mu g}}$ 解の公式を用いて $t_1=\sqrt{\frac{2\ell}{3\mu g}},3\sqrt{\frac{2\ell}{3\mu g}}$ と答えた場合には結果点を 1 点とする。
	(d) 3 点	過程：1 点	鉛直方向の等加速度運動の式に過程点 1 点を与える。
		結果：2 点	$t_2=\sqrt{\frac{2h}{g}}$
問(2) 計 8 点	(a) 4 点	結果：4 点	選択肢（あ）：2 点 理由：2 点 定性的または定量的に，動摩擦力のモーメントの大きさの増加に言及していれば 2 点を与える。動摩擦力以外の力またはそのモーメントに関する説明は点数の対象としない。
	(b) 4 点	過程：2 点	力のモーメントのつり合いの式に過程点 2 点を与える。
		結果：2 点	$h=\frac{M}{2\mu m}\ell$

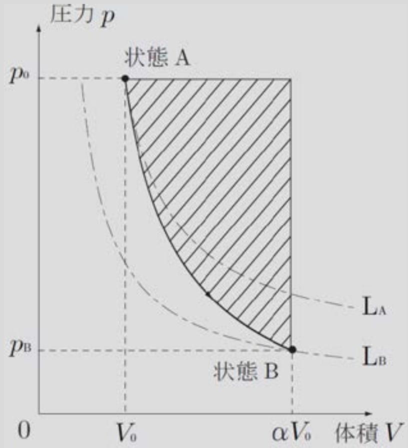
<table>
<tr><td rowspan="9">問(3)
計１２点</td><td rowspan="2">(a)
4 点</td><td>過程：２点</td><td>台 P の水平方向の力のつり合いの式に２点を与える。</td></tr>
<tr><td>結果：２点</td><td>$\mu' = \dfrac{m}{M+m}\mu$</td></tr>
<tr><td rowspan="2">(b)
3 点</td><td>過程：１点</td><td>方針が正しければ以下の過程点①または②を与える。
①　台 P が静止している問(1)と同じ運動を台 P の上から観測できることを理解している場合に過程点 1 点を与える。
②　エネルギーに注目した解答は定量的な立式ができている場合に 1 点を与える。エネルギーの定性的な説明には加点しない。</td></tr>
<tr><td>結果：２点</td><td>$v = 2V$</td></tr>
<tr><td>(c)
2 点</td><td>結果：２点</td><td>グラフ（イ）</td></tr>
<tr><td rowspan="2">(d)
3 点</td><td>過程：１点</td><td>相対加速度を用いた相対運動の関係式，台 P，小物体 Q それぞれについての等加速度運動の式，またはそれらに準ずる方針を記述した場合に過程点 1 点を与える。</td></tr>
<tr><td>結果：２点</td><td>$s_2 = \left\{\sqrt{\dfrac{2M}{3m}} + \dfrac{M}{2(M+m)}\right\}\ell$
指定文字で答えていない場合，前問までの結果を代入することで正解となるならば結果点 2 点を与える。</td></tr>
</table>

2 （計３３点）

問(1) 計２０点	(a) 5 点	過程：１点	運動方程式という方針があれば過程点１点を与える。
		結果：４点	$a_x=0$ ：２点，$a_y=-\dfrac{qE}{m}$ ：２点
	(b) 3 点	過程：１点	粒子の速度の x 成分 $v_0\cos\theta$ による等速運動を用いる方針過程点に１点を与える。
		結果：２点	$t_1=\dfrac{L}{v_0\cos\theta}$
	(c) 3 点	過程：１点	y 方向の等加速度運動の式またはそれと等価な式に過程点１点を与える。
		結果：２点	$y_1=L\tan\theta-\dfrac{qE}{2m}\left(\dfrac{L}{v_0\cos\theta}\right)^2$ 指定文字で答えていない場合，前問までの結果を代入することで正解となるならば結果点２点を与える。
	(d) 3 点	過程：１点	方針が正しければ以下の過程点①または②を与える。 ①　点Ｐでの速度の成分 v_{1y} を求め，$v_{1y}>0$ であれば良いという方針に１点。 ②　点Ｐに達する時刻 t_1 と最高点に達する時刻 t_3 が $t_1<t_3$ を満たすという方針に１点。
		結果：2 点	$v_0>\sqrt{\dfrac{qEL}{m\sin\theta\cos\theta}}$
	(e) 6 点	過程：２点	方針が正しければ以下の過程点①または②を与える。 ①　$v_1=\sqrt{(v_0\cos\theta)^2+{v_{1y}}^2}$ と同等の方針に１点。 ②　エネルギーの関係式を用いて $\dfrac{1}{2}m{v_1}^2=\dfrac{1}{2}m{v_0}^2-qEy_1$ と同等の方針に１点。 ①，②の過程点の他に，$\tan\theta_1=\dfrac{v_{1y}}{v_0\cos\theta}$ と同等の方針に過程点１点。
		結果：４点	$v_1=\sqrt{{v_0}^2-\dfrac{2qEL}{m}\tan\theta+\left(\dfrac{qEL}{mv_0\cos\theta}\right)^2}$ ：２点 $\tan\theta_1=\tan\theta-\dfrac{qEL}{m{v_0}^2\cos^2\theta}$ ：２点

問(2) 計１３点	(a) ３点	過程：１点	ローレンツ力の大きさ qv_1B に過程点１点を与える。
		結果：２点	$r = \dfrac{mv_1}{qB}$
	(b) ３点	過程：１点	$\dfrac{2\pi r}{v_1}$ またはそれに準ずる式に過程点１点を与える。
		結果：２点	$T = \dfrac{2\pi m}{qB}$
	(c) ５点	過程：１点	回転中心角 $2\theta_1 + \pi$ の認識に過程点１点を与える。
		結果：４点	$T_2 = \dfrac{(2\theta_1 + \pi)m}{qB}$ ：２点 $y_2 = y_1 - \dfrac{2mv_1\cos\theta_1}{qB}$ ：２点
	(d) ２点	結果：２点	グラフ（ウ）

<table>
<tr><th colspan="4">3（計３３点）</th></tr>
<tr><td rowspan="8">問(1)
計１９点</td><td rowspan="2">(a)
3 点</td><td>過程：1 点</td><td>状態方程式に過程点 1 点を与える。</td></tr>
<tr><td>結果：2 点</td><td>$n=\dfrac{p_0V_0}{RT_0}$</td></tr>
<tr><td rowspan="2">(b)
4 点</td><td>過程：2 点</td><td>①ポアソンの式 $p_0V_0^{\gamma}=p_{\rm B}\left(\alpha V_0\right)^{\gamma}$ に過程点 1 点を与える。
②状態 B の状態方程式 $p_{\rm B}\left(\alpha V_0\right)=nRT_{\rm B}$（または状態 A と状態 B のボイルシャルルの法則）に過程点 1 点を与える。
これら①，②は独立に配点する。</td></tr>
<tr><td>結果：2 点</td><td>$p_{\rm B}=\dfrac{1}{\alpha^{\gamma}}p_0$ ：1 点，　$T_{\rm B}=\dfrac{1}{\alpha^{\gamma-1}}T_0$ ：1 点</td></tr>
<tr><td rowspan="2">(c)
4 点</td><td>過程：2 点</td><td>方針が正しければ以下の過程点①，②を独立に与える。計算のミスに減点はない。
① 内部エネルギーの変化量 $\varDelta U_{\rm AB}=\dfrac{3}{2}nR\varDelta T$ または $\varDelta U_{\rm AB}=\dfrac{3}{2}\left(p_{\rm B}\cdot\alpha V_0-p_0V_0\right)$ を理解していれば過程点 1 点を与える。
② 断熱変化の熱力学第一法則 $0=\varDelta U_{\rm AB}+W_{\rm AB}$ を理解していれば過程点 1 点を与える。</td></tr>
<tr><td>結果：2 点</td><td>$W_{\rm AB}=\dfrac{3}{2}\left(1-\dfrac{1}{\alpha^{\gamma-1}}\right)p_0V_0$
指定文字で答えていない場合，前問までの結果を代入することで正解となるならば結果点 2 点を与える。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">(d)
5 点</td><td>過程：2 点</td><td>① 大気がした仕事 $-\left(\alpha-1\right)p_0V_0$ またはその大きさ $\left(\alpha-1\right)p_0V_0$ の理解があれば過程点 1 点を与える。
② 気体，大気，手がした仕事の和が 0 となる方針があれば過程点 1 点を与える。
これら①，②は独立に配点する。</td></tr>
<tr><td>結果：3 点</td><td>$W=\left(\alpha+\dfrac{3}{2\alpha^{\gamma-1}}-\dfrac{5}{2}\right)p_0V_0$ ：1 点
指定文字で答えていない場合，前問までの結果を代入することで正解となるならば結果点 1 点を与える。ただし，大気がした仕事の符号のミスがあれば結果点は与えない。
グラフ(次図)：2 点</td></tr>
</table>

			
	(e) 3 点	過程：1 点	方針が正しければ以下の過程点①または②に過程点 1 点を与える。 ① 定積モル比熱 $\frac{3}{2}R$ を用いて熱量を求める方針があれば過程点 1 点を与える。 ② 定積変化の熱力学第一法則 $Q_{BC}=\varDelta U_{BC}+0$ を用いる方針があれば過程点 1 点を与える。
		結果：2 点	$Q_{BC}=\frac{3}{2}\left(1-\frac{1}{\alpha^{\gamma-1}}\right)p_0V_0$
問(2) 計 7 点	(a) 3 点	過程：2 点	①状態 C の状態方程式 $p_C\left(\alpha V_0\right)=nRT_0$（またはボイルシャルルの法則）に過程点 1 点を与える。 ②ポアソンの式 $p_C\left(\alpha V_0\right)^{\gamma}=p_DV_0^{\gamma}$ に過程点 1 点を与える。 これら①，②は独立に配点する。
		結果：1 点	$p_D=\alpha^{\gamma-1}p_0$
	(b) 4 点	過程：3 点	①状態 D の状態方程式 $\alpha^{\gamma-1}p_0\cdot V_0=nRT_D$（またはボイルシャルルの法則）に過程点 1 点を与える。 ② 内部エネルギーが保存されるという認識があれば過程点 2 点を与える。 これら①，②は独立に配点する。
		結果：1 点	$T_1=\frac{\beta+\alpha^{\gamma-1}}{\beta+1}T_0$
問(3) 計 7 点	(a) 5 点	過程：3 点	① 操作を繰り返しても状態 D の気体 I の温度が常に $T_D=\alpha^{\gamma-1}T_0$ であることが明示されていれば過程点 2 点を与える。 ② ①をふまえて内部エネルギーの保存の式

			$\dfrac{3}{2}nR\cdot\alpha^{\gamma-1}T_0+\dfrac{3}{2}\beta nRT_{k-1}=\dfrac{3}{2}(1+\beta)nRT_k$ を正しく記述できれば過程点 1 点を与える。 これら①，②は独立に配点する。
		結果：2 点	$T_k=\dfrac{\beta}{\beta+1}T_{k-1}+\dfrac{\alpha^{\gamma-1}}{\beta+1}T_0$
	(b) 2 点	過程：1 点	方針が正しければ以下の過程点①または②を与える。 ① 断熱シート S_2 をはずす前の気体 II の温度が $\alpha^{\gamma-1}T_0$ に達しているとそれ以上温度が変化しないという理解に過程点 1 点を与える。 ② $T_{k-1}=T_k=T_{\mathrm{f}}$ という理解があれば過程点 1 点を与える。
		結果：1 点	$T_{\mathrm{f}}=\alpha^{\gamma-1}T_0$