2023 年度　第 2 回　東北大本番レベル模試（物理）採点基準

原　則

1．物理の試験である。現象の考察力，数理的処理能力に得点を与える。解答に物理への理解が認められれば，些細な書き損じについて減点はしない。

2．数学的に同値な式はすべて認め，減点はしない。

3．過程に不備がある場合も結果が正しければ過程点を加えて満点を与える。しかし過程が白紙，またはそれに準ずるほど意味を成さない場合，過程点は与えない。

4．結果に不備がある場合は，結果点は与えない。

<不備>

ⅰ．設問に定義のない文字を使用している。
ただし，記述内に定義を自ら明記した文字の使用ならば，これを認める。設問で使用可能文字を明示している場合はこの限りではない。

ⅱ．添字や大文字，小文字が適切でない。
ただし，設問に大文字，小文字が同時に定義されていなければ，些細なミスとして看過する。例えば M であるところを m と書いていても，その設問において m が未定義なら看過する。添字の有無，添字の間違いにおいても同様に扱う。

ⅲ．不等式の不等号の向きが適切でない。
ただし，等号付き不等号(≦，≧)と等号なし不等号($<$，$>$)の区別はしない。

ⅳ．正負の符号が適切でない。

5．過程において，その方針が適切であれば，不備があっても過程点は与える。

6．過程とは「文章による方針」，「立式」，「計算手順」を明示したものであり，式変形に配点はない。

7．過程において，設問に定義のない文字を使用している場合も，立式の意味が明確にわかるものには過程点を与える。例えば「速さを v とおく」と書かずに v を用いて立式していても，過程点の減点はない。

8．向きの解答に関する表現のゆらぎ(「x 軸方向正の向き」を「右向き」と書くなど)は意味が伝わる限り認める。

1（計３４点）

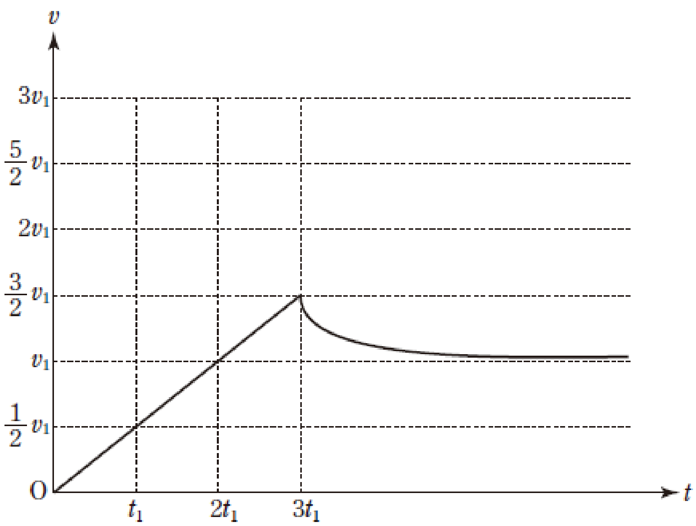
問(1) 計25点	(a) 5点	過程：3点	万有引力の大きさ$G\dfrac{Mm}{(2R)^2}$の認識に過程点1点，向心加速度の大きさ$\dfrac{v_0^2}{2R}$（または角振動数をω_0などと定義して$2R\omega_0{}^2$）の認識に過程点1点，周期の求め方の認識$\dfrac{2\pi\cdot 2R}{v_0}\left(\text{または}\dfrac{2\pi}{\omega_0}\right)$に過程点1点をそれぞれ与える。
		結果：2点	$v_0=\sqrt{\dfrac{GM}{2R}}$：1点，$T_0=4\pi R\sqrt{\dfrac{2R}{GM}}$：1点
	(b) 3点	過程：1点	力学的エネルギー保存則$\dfrac{1}{2}mv_\mathrm{a}{}^2-G\dfrac{Mm}{2R}=0$に過程点1点を与える。
		結果：2点	$v_\mathrm{a}=\sqrt{\dfrac{GM}{R}}$
	(c) (i) 6点	過程：2点	X軸方向の運動量保存則に過程点1点，Y軸方向の運動量保存則に過程点1点をそれぞれ与える。これらは独立に配点する。
		結果：4点	$V_X=\dfrac{5}{4}v_0$：2点，$V_Y=\dfrac{\sqrt{3}}{4}v_0$：2点
	(c) (ii) 2点	過程点なし	RV_X：2点
	(c) (iii) 3点	過程：1点	ケプラーの第2法則に過程点1点を与える。
		結果：2点	$V_\mathrm{N}=\dfrac{2R}{r}V_X$
	(c) (iv) 4点	過程：2点	①点O’における速さ$\dfrac{\sqrt{7}}{2}v_0$に過程点1点を与える。 ②点O’と点Nについて力学的エネルギー保存則を考えるという方針に過程点1点を与える。 これら①，②は独立に配点する。
		結果：2点	$L=16R$
	(c) (v)	過程：1点	ケプラーの第3法則を用いるという方針に過程点1点を与える。

	2 点	結果：1 点	$T_1 = 8T_0$
問(2) 計 9 点	(a) 2 点	過程：1 点	物体 A に作用する万有引力の原因となる天体の質量 $\dfrac{4}{3}\pi x^3 \cdot \rho$ に過程点 1 点を与える。
		結果：1 点	$f(x) = -\dfrac{4}{3}\pi G\rho m x$
	(b) 4 点	過程：2 点	以下の過程点①または②を与える。 ①グラフを用いて外力がする仕事を求めるという方針に過程点 2 点を与える。 ②積分を用いて外力がする仕事を求めるという方針に過程点 2 点を与える。
		結果：2 点	$W = \dfrac{2}{3}\pi G\rho m R^2$ ： 2 点
	(c) 3 点	過程：2 点	①位置 $x = R$ における万有引力の位置エネルギーが $U(R) = -\dfrac{4}{3}\pi G\rho m R^2$ と表されることに過程点 1 点を与える。 ②位置 $x = 0$ における万有引力の位置エネルギーが $U(0) = -2\pi G\rho m R^2$ と表されることに過程点 1 点を与える。 これら①，②は独立に配点する。
		結果：1 点	(く)：1 点

2（計３３点）

問(1) 計 21 点	(a) 3 点	過程：1 点	以下の過程点①または②を与える。 ①導体棒 1 の磁場に対して垂直な速度成分の大きさが $\dfrac{\sqrt{3}}{2}\lvert u\rvert$ であるという理解に過程点 1 点を与える。 ②導体棒 1 の速度に対して垂直な磁場の成分の大きさが $\dfrac{\sqrt{3}}{2}B$ であるという過程点 1 点を与える。
		結果：2 点	$\dfrac{\sqrt{3}}{2}uB\ell$
	(b) 3 点	過程：1 点	以下の過程点①または②を与える。 ①抵抗 R_1 を流れる電流が $\dfrac{2}{3}I$ であるという理解に過程点 1 点を与える。 ②抵抗 R_2 を流れる電流が $\dfrac{1}{3}I$ であるという理解に過程点 1 点を与える。
		結果：2 点	$I=\dfrac{3\sqrt{3}uB\ell}{4R}$
	(c) 4 点	過程：2 点	①磁場が導体棒 1 に及ぼす力の大きさが $IB\ell\cos 30^\circ$ であるという理解に過程点 1 点を与える。 ②運動方程式の立式 $m\alpha=mg\sin 30^\circ-IB\ell\cos 30^\circ$ に過程 1 点を与える。 これら①，②は独立に配点する。
		結果：2 点	$\alpha=\dfrac{1}{2}g-\dfrac{\sqrt{3}IB\ell}{2m}$
	(d) 5 点	過程：1 点	導体棒 1 の加速度が 0 になる（作用する力がつり合う）という理解に過程点 1 点を与える。
		結果：4 点	$u_t=\dfrac{4mgR}{9(B\ell)^2}$ ：2 点，　$I_t=\dfrac{\sqrt{3}mg}{3B\ell}$ ：2 点
	(e) 3 点	過程：1 点	以下の過程点①または②を与える。 ①導体棒 1 の単位時間当たりの重力による位置エネルギーの減少量が，単位時間当たりに発生するジュール熱に等しいという理解に過程点 1 点を与える。

			②抵抗 R1，R2 に流れる電流の大きさがそれぞれ $\frac{2}{3}I_{\mathrm{t}}$，$\frac{1}{3}I_{\mathrm{t}}$ であることを用いてジュール熱の和を求めるという方針に過程点 1 点を与える。
		結果：2 点	$J=\frac{2(mg)^2R}{9(B\ell)^2}$
	(f) 3 点	過程：2 点	①導体棒 2 に作用する静止摩擦力の大きさの最大値が $\frac{2}{3}I_{\mathrm{t}}BL$ であるという理解に過程点 1 点を与える。 ②導体棒 2 に作用する静止摩擦力の大きさが最大摩擦力の大きさを超えないという理解に過程点 1 点を与える。 これら①，②は独立に配点する。
		結果：1 点	$\mu_0=\frac{2\sqrt{3}L}{9\ell}$
問(2) 計 12 点	(a) 3 点	過程：1 点	時刻 t における導体棒 1 の速さが $\alpha_1 t$ であるという理解に過程点 1 点を与える。
		結果：2 点	$i_1=\frac{\sqrt{3}}{2}CB\ell\alpha_1$
	(b) 2 点	過程：1 点	運動方程式 $m\alpha_1=mg\sin30^\circ-i_1B\ell\cos30^\circ$ の立式に過程点 1 点を与える。
		結果：1 点	$\alpha_1=\frac{2m}{4m+3C(B\ell)^2}g$
	(c) (i) 2 点	過程：1 点	時刻 t_1 におけるキルヒホッフの第 2 法則 $\alpha_1 t_1\cos30^\circ\cdot B\ell=Ri_1$ と同等な式に過程点 1 点を与える。
		結果：1 点	$t_1=RC$
	(c) (ii) 3 点	過程：2 点	①導体棒 1 と 2 に流れる電流の大きさが i_1 で一定であるという理解に過程点 1 点を与える。 ②導体棒 2 の加速度を α_2 とすると，任意の時刻 t におけるキルヒホッフの第 2 法則が $\alpha_1 t_1\cos30^\circ\cdot B\ell-\alpha_2(t-t_1)BL=Ri_1$ と表されることに過程点 1 点を与える。 これら①，②は独立に配点する。
		結果：1 点	$m=C(BL)^2$

	(d) 2 点	過程：1 点	十分に時間が経過したときの導体棒 1 の速さが v_1 であるという理解に過程点 1 点を与える。
		結果：1 点	

$\boxed{3}$（計３３点）

問(1) 計3点		過程：1点	理想気体の状態方程式を使うという意図に対して過程点 1 点を与える。
		結果：2点	$p_0 = \dfrac{RT_0}{LS}$
問(2) 計9点	(a) 5点	過程：4点	①状態 B の状態方程式により状態 B の圧力が $2p_0$ または $\dfrac{2RT_0}{LS}$ となることに過程点 2 点を与える。 ②ピストンのつりあいの式 $0 = -Mg + 2p_0 S$ と同等な式に過程点 2 点を与える。 これら①，②は独立に配点する。
		結果：1点	$M = \dfrac{2p_0 S}{g}$
	(b) 4点	過程：2点	以下の過程点①または②を与える。 ①定積モル比熱 C_V を用いて熱量を求めるとう方針に過程点 2 点を与える。 ②熱力学第一法則を用いるという方針に過程点 1 点，状態 A から状態 B までの内部エネルギーの変化量が $C_V T_0$ であることに過程点 1 点を与える。
		結果：2点	$Q_{\mathrm{AB}} = C_V T_0$
問(3) 計6点		過程：4点	①状態 C の圧力が $4p_0$ または $\dfrac{4RT_0}{LS}$ となることに過程点 2 点を与える。 ②ピストンのつりあいの式 $0 = -(M + m)g + \dfrac{4RT_0}{LS} \cdot S$ と同等な式に過程点 2 点を与える。 これら①，②は独立に配点する。
		結果：2点	$M = m$
問(4) 計7点	(a) 3点	過程：1点	定圧変化の仕事が $p\Delta V$ で表されるという理解に過程点 1 点を与える。
		結果：2点	$W_{\mathrm{CD}} = 4RT_0$
	(b) 4点	過程：2点	以下の過程点①または②を与える。 ①定圧モル比熱 $C_V + R$ を用いて熱量を求めるとう方針に過程点 2 点を与える。

			②熱力学第一法則を用いるという方針に過程点 1 点，状態 A から状態 B までの内部エネルギーの変化量が $4C_VT_0$ であることに過程点 1 点を与える。 これら①，②は独立に配点する。
		結果：2 点	$Q_{\mathrm{CD}}=4\left(C_V+R\right)T_0$
問(5) 計 8 点	(a) 3 点	過程：2 点	①状態 E の圧力が $2p_0$ であるという認識に過程点 1 点を与える。 ②状態 E の状態方程式またはボイルの法則を用いて状態 E の体積を求めるという方針に過程点 1 点を与える。 これら①，②は独立に配点する。
		結果：1 点	$\alpha=4$
	(b) 2 点	過程：1 点	熱力学第一法則を用いて仕事を求めるという方針に過程点 1 点を与える。
		結果：1 点	$W_{\mathrm{CD}}=Q$
	(c) 3 点	過程：2 点	①熱サイクルの正味の仕事，または高温の熱源から吸収した熱量 Q_{in} と低温の熱源へ放出した熱量 Q_{out} の差 $Q_{\mathrm{in}}-Q_{\mathrm{out}}$ を用いるという方針に過程点 1 点を与える。 ②状態 B から状態 C までの間に気体が吸収した熱量 Q_{BC} を用いて吸収した熱量の総和が $Q_{\mathrm{BC}}+Q_{\mathrm{CD}}+Q$ に相当するという理解に過程点 1 点を与える。 これら①，②は独立に配点する。
		結果：1 点	$e=\dfrac{Q-2RT_0}{2\left(3C_V+2R\right)T_0+Q}$