Windom の解答速報 慈恵医大 物理 2011

1.

問１　$N=\mu(l-x_0)\lambda g$ で，つりあいより，

$$x_0\lambda g=\mu(l-x_0)\lambda g$$

$$\therefore x_0=\frac{\mu}{1+\mu}l$$　・・・（答）

問２　（イ）$f(x)=x\lambda g-\mu'(l-x)\lambda g$

$$=\{(1+\mu')x-\mu' l\}\lambda g$$　・・・（答）

（ロ）x は x_0 から l までであることに注意して，上の式のグラフを書く。

（グラフは省略）

問３　仕事はグラフの面積を求めればよい。

座標は x_0 から x までであることに注意して，

$W=$ 台形の面積

$$=\frac{1}{2}(x-x_0)[\{(1+\mu')x_0-\mu' l\}\lambda g+\{(1+\mu')x-\mu' l\}\lambda g]$$

$$=\frac{1}{2}\{(1+\mu')(x+x_0)-2\mu' l\}(x-x_0)\lambda g$$　・・・（答）

問４　エネルギー原理より，

$$\frac{1}{2}l\lambda v^2=\frac{1}{2}\{(1+\mu')(x+x_0)-2\mu' l\}(x-x_0)\lambda g$$

また，$x_0=\dfrac{\mu}{1+\mu}l$ を利用して，

$$\therefore v=\sqrt{\frac{g}{l}\left\{(1+\mu')\left(\frac{\mu}{1+\mu}l+x\right)-2\mu' l\right\}\left(x-\frac{\mu}{1+\mu}l\right)}$$

・・・（答）

問５　（イ）上の式に $x=l$ を代入して，

$$v=\frac{\sqrt{(2\mu-\mu'+1)gl}}{1+\mu}$$　・・・（答）

2.

問１　（イ）切り替えた直後，電流を流させまいとする起電力がコイルに発生する。その時まだ電流は０であるので，

$V=E$［V］　・・・（答）

（ロ）切り替えた後，環状の鉄心にはは時計回りの磁界が増加する。２次コイルには磁界を増加させまいとする起電力が発生するので，ｄの方がｃより電位は高い。

負　・・・（答）

問２　十分に時間がたつと定常電流が流れる。

$$I=\frac{E}{R}$$

また，コイル内に出来る磁界は，

$$H=\frac{N_1}{l}I=\frac{N_1}{l}\frac{E}{R}$$

$$\therefore \Phi=BS=\mu HS=\frac{\mu N_1 ES}{lR}$$［Wb］　・・・（答）

問３　（イ）戻した直後，電流を流し続けようとする起電力がコイルに発生する。$V'=-E$［V］　・・・（答）

（ロ）戻した後，環状の鉄心にはは時計回りの磁界が減少する。２次コイルには磁界を減少させまいとする起電力が発生するので，ｃ の方がｄより電位は高い。

正　・・・（答）

問４　$\Phi=BS=\mu HS=\dfrac{\mu N_1 IS}{l}$ より，

$$\Delta\Phi=\frac{\mu N_1 S}{l}\Delta I$$

ここで，ファラデーの電磁誘導の法則より，

$$V_1=-N_1\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$=-N_1\frac{\mu N_1 S}{l}\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$V=-L_1\dfrac{\Delta I}{\Delta t}$ と比較して，

$$\therefore L_1=\frac{\mu {N_1}^2 S}{l}$$［H］　・・・（答）

変圧器の公式より，

$$\frac{V_2}{V_1}=\frac{N_2}{N_1}$$

$$\therefore V_2=\frac{N_2}{N_1}V_1$$

よって，$V_2=\dfrac{N_2}{N_1}N_1\dfrac{\mu N_1 S}{l}\dfrac{\Delta I}{\Delta t}$

$$=\frac{\mu N_1 N_2 S}{l}\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$V_2=M\dfrac{\Delta I}{\Delta t}$ と比較して，

$$\therefore M=\frac{\mu N_1 N_2 S}{l}$$［H］　・・・（答）

問５　$L_1=\dfrac{\mu {N_1}^2 S}{l}$ から，

$$L_2=\frac{\mu {N_2}^2 S}{l}=\frac{\left(\frac{\mu N_1 N_2 S}{l}\right)^2}{\frac{\mu {N_1}^2 S}{l}}=\frac{M^2}{L_1}$$［H］　・・・（答）

3.

問１　つりあいより，

$$pS = p_0 S + mg$$

$$\therefore p = p_0 + \frac{mg}{S} \quad ・・・（答）$$

問２　断熱変化の時，体積が増加すれば圧力は減少する。
また温度も低くなる。
（イ）負
（ロ）負　　・・・（答）

問３　熱力学第１法則より，

$$0 = \Delta U + (p + \Delta P)\Delta V$$
$$= \Delta U + p\Delta V + \Delta P \Delta V$$
$$\cong \Delta U + p\Delta V$$
$$\therefore \Delta U = -p\Delta V \quad ・・・（答）$$

問４　$\Delta U = -p\Delta V$ を元に，

$\Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T$ と $PV = nRT$ より，

$$\frac{3}{2}\frac{PV}{T}\Delta T = -p\Delta V$$

また，$\frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta V}{V}$ を利用して，

$$\frac{3PV}{2}\left(\frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta V}{V}\right) = -p\Delta V$$

$$\therefore \frac{3V}{2}\Delta p = -\left(p + \frac{3}{2}p\right)\Delta V$$

$$\therefore \Delta p = -\frac{5p}{3V}\Delta V$$

$$\therefore A = -\frac{5p}{3V} \quad ・・・（答）$$

問５　まず，ピストンの位置座標 y でのピストンにかかる合力
を求める。

$$合力 = (p_0 S + mg) - (p + \Delta p)S$$
$$= -\Delta p S$$
$$= -\frac{5p}{3V}\Delta V S$$
$$= -\frac{5pS}{3V} S y$$

ピストンの運動方程式は，$ma = -\frac{5pS^2}{3V} y$

$$\therefore T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{\frac{5pS^2}{3V}}} = 2\pi \sqrt{\frac{3mV}{5pS^2}}$$

$$\therefore f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{5pS^2}{3mV}} \quad ・・・（答）$$

【講評】　全体的に難しい。日頃から難問に取り組んでいないと途中から手がつけられなくなる。

１．は加加速度運動の問題だが，問題文を丁寧に読んで順次対処すれば問３までは解けなくはない。

２．はコイルに生じる誘導起電力の問題で，基本的な原理からしっかり理解していないと初めから解けない。ただ同じ様な問題が昭和大にも出題された。昭和大の問題を解きなおした生徒は助かったであろう。

３．は断熱変化問題だが，途中から応用的な内容。難しいが慈恵らしい良問である。問題の内容からしっかり立式し，また計算が出来たかどうかだ。一次突破ラインは割と低く６０点ぐらいであろうか。

一次突破ラインは７５点ぐらいであろうか。