Windom の解答速報 杏林大学(医) 物理 2011

Ⅰ (1) (a) まず，本文より自然長からののびは，

$d = \dfrac{m'g}{k}$ と表せる。

おもりが受ける重力を ρVg とすると，浮力は $r\rho Vg$ と書け，

つりあいより， $kd + r\rho Vg = \rho Vg$

ここで， $\rho Vg = mg$ と書けるので，

$m'g + rmg = mg$

$\therefore m' = (1-r)m$ ・・・（ア）③

おもり A について，水面に平行な方向のつりあいより，

$mg\sin\phi = ma\cos(\theta+\phi)$

$\therefore g\sin\phi = a(\cos\theta\cos\phi - \sin\theta\sin\phi)$

辺々を $\cos\phi$ で割ると，

$g\tan\phi = a(\cos\theta - \sin\theta\tan\phi)$

$\therefore \tan\phi = \dfrac{a\cos\theta}{g+\sin\theta}$ ・・・（イ）④

力の三角形（←Windom 用語）の図で，余弦定理を使って，

$$(mg')^2 = (mg)^2 + (ma)^2 - 2mgma\cos\left(\theta + \frac{\pi}{2}\right)$$

$\therefore g' = \sqrt{g^2 + a^2 + 2ga\sin\theta}$ ・・・（ウ）⑦

(b) 水面に垂直な方向のつりあいより，

$kd' + rmg' = mg'$

$$\therefore d' = \frac{mg' - rmg'}{k} = \frac{mg'(1-r)}{k} = \frac{m'g'}{k}$$ ・・・（エ）③

バネ振り子の周期に重力加速度や浮力は無関係なので，

$T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$ ・・・（オ）①

(2)

$$x_G = \frac{2m\times\frac{h}{2} + m\times\left(h+\frac{h}{3}\right)}{2m+m} = \frac{7}{9}\times h$$ ・・・（カ）⑦ ，（キ）⑨

すべる瞬間のつりあいより， $\tan\theta' = \mu$ となるが，

問題文より， $\theta < \theta'$ で， $\tan\theta < \tan\theta' = \mu$ と書ける。

直方体と書いてあり，倒れる前に滑ったことより $\theta' < 45^0$。

よって， $\mu = \tan\theta' < 1$ で，また $\tan\theta < 1$。

これらよりとりあえず， $\tan\theta' = \mu < \dfrac{1}{\tan\theta}$ も満たすので，

消去法から $\tan\theta' \le \mu < \dfrac{1}{\tan\theta}$ が正解となる。・・・（オ）⑦

正直，この問題は悪問で主旨は分からない。

ア	3	イ	4	ウ	7	エ	3
オ	1	カ	7	キ	9	ク	7

Ⅱ (1) (a) それぞれの距離は

$$\begin{cases} L_1{}^2 = \left(x - \dfrac{d}{2}\right)^2 + L^2 \\ L_2{}^2 = \left(x + \dfrac{d}{2}\right)^2 + L^2 \end{cases}$$ と表され，

$\therefore \left|L_1{}^2 - L_2{}^2\right| = 2xd = \dfrac{2xd}{L^2}\times L^2$ ・・・（ア）③

上の式より， $|(L_1 - L_2)(L_1 + L_2)| = 2xd$

$\therefore |L_1 - L_2| = \dfrac{2xd}{L_1+L_2} \approx \dfrac{2xd}{2L} = \dfrac{xd}{L} = \dfrac{xd}{L^2}\times L$ ・・・（イ）①

(b) 明線間隔の公式より

$\Delta x = \dfrac{L\lambda}{d}$ ・・・（ウ）⑦

(2) $\Delta x' = \dfrac{L\frac{\lambda}{n}}{d} = \dfrac{L\lambda}{nd}$ と書け，

$\therefore |\Delta x' - \Delta x| = \left|\dfrac{L\lambda}{nd} - \dfrac{L\lambda}{d}\right| = \dfrac{n-1}{n}\times\dfrac{L\lambda}{d}$ ・・・（エ）③

(3) (c) 明線条件は光路差が波長の整数倍なので，

$-\dfrac{x'd}{L'} + \dfrac{xd}{L} = m\lambda$ ・・・（オ）⑤ ，（カ）⑦

(d) 上の式を解くと， $x = m\dfrac{L\lambda}{d} + \dfrac{L}{L'}x'$ となり，

$\dfrac{L}{L'}x'$ だけ上にずれることが分かる。・・・（キ）①

(4) 回折格子の明線条件は $d\sin\theta = m\lambda$ で，

よって， $0 \le \sin\theta = \dfrac{m\lambda}{d} < 0.26$ となる。

$\therefore 0 \le m < 0.26\times\dfrac{d}{\lambda} = 0.26\times\dfrac{1.0\times10^{-5}}{7.0\times10^{-7}} = \dfrac{26}{7} = 3.7$

よって， $m = 0,1,2,3$ で，

下の部分も入れると計 7 本になる。・・・（ク）⑦

ア	3	イ	1	ウ	7	エ	3
オ	5	カ	7	キ	1	ク	7

Ⅲ（1）（a）それぞれの体積をV_A, V_Bとおくと，
ボイル・シャルルの法則より，

$$\frac{P_0V_0}{T_0}=\frac{P_1V_A}{\alpha T_0} \qquad \frac{P_0V_0}{T_0}=\frac{P_1V_B}{T_0}$$

また，$V_A+V_B=2V_0$

よって，$P_1=\dfrac{\alpha+1}{2}P_0$ ・・・（ア）③

また，$V_A=\dfrac{2\alpha}{\alpha+1}V_0$ ・・・（イ）⑦

それぞれの定積モル比熱をC_A, C_Bとおくと，$C_B=\beta C_A$と書ける。
断熱容器なので内部エネルギーが保存されるので，

$$n_0C_A\alpha T_0+n_0C_BT_0=n_0C_AT_2+n_0C_BT_2$$

$\therefore T_2=\dfrac{\alpha C_A+C_B}{C_A+C_B}T_0=\dfrac{\alpha C_A+\beta C_A}{C_A+\beta C_A}T_0=\dfrac{\alpha+\beta}{1+\beta}T_0$ ・・・（ウ）⑦

状態方程式より，$P_2\times 2V_0=2n_0RT_2$

$\therefore P_2=\dfrac{n_0R}{V_0}\dfrac{\alpha+\beta}{1+\beta}T_0=\dfrac{\alpha+\beta}{1+\beta}P_0$ ・・・（エ）⑦

気体は均一に拡散するから，全物質量n_0に体積の割合を掛ければ求められる，

$n_0\times\dfrac{V_A}{2V_0}=\dfrac{\alpha}{\alpha+1}n_0$ ・・・（オ）⑤

（b）$U=n_0C_1T=0.5\times\dfrac{5}{2}\times 8.3\times 280=2.9\times10^3$ J

・・・（カ）②，（キ）⑨，（ク）③

公式より，$\sqrt{\overline{v^2}}=\sqrt{\dfrac{3RT}{M\times10^{-3}}}=\sqrt{\dfrac{3\times8.3\times280}{28\times10^{-3}}}\approx5.0\times10^2$ m/s

・・・（ケ）⑤，（コ）０，（サ）②

（2）（c）$PV^\gamma=$一定 より，$P_2V_B{}^\gamma=P_0V_B'^\gamma$

$$\therefore V_B'=\left(\frac{P_2}{P_0}\right)^{\frac{1}{\gamma}}V_B$$

$$=\left(\frac{\alpha+\beta}{1+\beta}\right)^{\frac1\gamma}\left(2V_0-\frac{2\alpha}{\alpha+1}V_0\right)$$

$=\left(\dfrac{2}{\alpha+1}\right)^{1-\frac1\gamma}V_0$ ・・・（シ）⑥

上で$\beta=1$を使った。

$PV^\gamma=$一定 より，状態方程式とで$TV^{\gamma-1}=$一定 が得られ，
よって，$T_2V_B{}^{\gamma-1}=T_3V_B'^{\gamma-1}$

$$\therefore \frac{\alpha+\beta}{1+\beta}T_0\times\left(\frac{2}{\alpha+1}V_0\right)^{\gamma-1}=T_3\left\{\left(\frac{2}{\alpha+1}\right)^{1-\frac1\gamma}V_0\right\}^{\gamma-1}$$

$\therefore T_3=\left(\dfrac{\alpha+1}{2}\right)^{\frac1\gamma}T_0$ ・・・（ス）⑤

ア	3	イ	7	ウ	7	エ	7
オ	5	カ	2	キ	9	ク	3
ケ	5	コ	0	サ	2	シ	6
ス	5						

Ⅳ（1）（a）

$I_R=\dfrac{V_0}{R}\sin500t=\dfrac{40}{10}\sin500t=4.0\sin500t$

・・・（ア）⑤

$I_C=\dfrac{V_0}{\frac{1}{\omega C}}\sin\left(500t+\dfrac{\pi}{2}\right)=$代入$=0.80\cos500t$

・・・（イ）④

$I_L=\dfrac{V_0}{\omega L}\sin\left(500t-\dfrac{\pi}{2}\right)=$代入$=-20\cos500t$

・・・（ウ）③

$\overline{P_R}=\dfrac{V_e{}^2}{R}=\dfrac{\left(\frac{40}{\sqrt2}\right)^2}{10}=80$ w ・・・（エ）④

コンデンサー，コイルの消費電力の時間平均は０だから，
$\overline{P_C}=\overline{P_L}=0$ w ・・・（オ）①，（カ）①

（b）$I_C+I_L=0$より，$\omega_0L-\dfrac{1}{\omega_0C}=0$となり，

$\therefore\omega_0=\dfrac{1}{\sqrt{LC}}=$代入$\cong2.5\times10^3$ Hz ・・・（キ）⑥

$I_R=\dfrac{V_e}{R}=\dfrac{\frac{40}{\sqrt2}}{10}=\dfrac{4}{\sqrt2}\approx2.8$ A ・・・（ク）④

ω_0の前後では，$I_C+I_L=0$ではなくなるので電流は増えることを考慮に入れると④のグラフになる。・・・（ケ）④

（c）それぞれに流れる電流は，

$$I_R=\frac{V_e}{R}=\frac{\frac{40}{\sqrt2}}{10}=\frac{4}{\sqrt2}$$

$I_C=\dfrac{V_e}{\frac{1}{\omega C}}=\dfrac{\frac{40}{\sqrt2}}{\frac{1}{2500\times4\times10^{-5}}}=\dfrac{4}{\sqrt2}$ で，

電流をベクトル合成すると，

$\therefore I=\dfrac{4}{\sqrt2}\times\sqrt2=4.0$ A ・・・（コ）⑥

ア	5	イ	4	ウ	3	エ	4
オ	1	カ	1	キ	6	ク	4
ケ	4	コ	6				

【講評】　昨年も難しくて問題量も多かったが，今年もそれに準ずる。難しい問題も随所にみられ，大問ⅡⅣの比較的簡単な問題を確実に解いて，あとは難しい問題にいかにくらいついていけているかどうかだ。
Ⅰは（イ）の段階で立式ができるかどうか。
Ⅱはパターン問題で比較的解きやすい。
Ⅲは設定も複雑で計算が大変。
Ⅳもパターン問題で解けるのが望ましい。
　一次突破ラインは，仮に例年の合格者がこの問題を受ければ５５点ぐらい。生物との点数調整がなされなければ６５点ぐらいになる。