Windom の解答速報 杏林大(医) 物理 2013

Ⅰ

(a) それぞれの運動方程式は、

$MA = N\sin\theta$ ・・・(ア) ⑥

$ma = mg\sin\theta + mA\cos\theta$ ・・・(イ) ⑥

つりあいより

$N + mA\sin\theta = mg\cos\theta$

$\therefore N = mg\cos\theta - mA\sin\theta$ ・・・(ウ) ⓪

これらの式より,

$$A = \frac{mg\sin\theta\cos\theta}{M + m\sin^2\theta}$$ ・・・(エ) ④

$$a = \frac{(M+m)g\sin\theta}{M + m\sin^2\theta}$$ ・・・(オ) ⑤

$$N = \frac{MA}{\sin\theta} = \frac{mMg\cos\theta}{M + m\sin^2\theta}$$ ・・・(カ) ②

(b) 水平方向には運動量保存則が成り立ち,

$mv_x = MV$

$$\therefore \frac{v_x}{V} = \frac{M}{m}$$

これを時間積分することにより, $\dfrac{x}{X} = \dfrac{M}{m}$

また, $X + x = \dfrac{h}{\tan\theta}$ となるので,

$$\therefore X = \frac{mh}{(M+m)\tan\theta}$$ ・・・(キ) ②

$$\therefore x = \frac{M}{m}X = \frac{Mh}{(M+m)\tan\theta}$$ ・・・(ク) ③

また, エネルギー保存より,

$$mgh = \frac{1}{2}MV^2 + \frac{1}{2}mv^2$$

この時, $v^2 = {v_x}^2 + {v_y}^2$ で,

台上から見た物体のＱ相対的な移動は θ 方向になるので,

$$\frac{v_y}{v_x + V} = \tan\theta$$

以上より,

$$\frac{1}{2}MV^2 = mgh \times \frac{Mm\cos^2\theta}{(M+m)(M + m\sin^2\theta)}$$ ・・・(ケ) ⑥

ｱ	⑥	ｲ	⑥	ｳ	⓪	ｴ	④
ｵ	⑤	ｶ	②	ｷ	②	ｸ	③
ｹ	⑥						

Ⅱ

(1) (a) $y - x$ 図の波の右端の部分は原点を $t = 1$ 秒に出て, 左端の部分は $t = 4$ 秒で出たとすると, 原点の $y - t$ 図は $y - x$ 図を左右に反転した物となる。

(b) 自由端反射は位相が変化しないで, 固定端反射は位相が π 変化する。・・・(イ) ③ (ウ) ④

$y - x$ 図の波の左端の部分は $t = 1$ 秒に原点に来て, 右端の部分は $t = 4$ 秒に来るすると, 原点の $y - t$ 図は $y - x$ 図の形のままとなる。・・・(エ) ④

(2) (a) 屈折の法則より,

$$\frac{\sin 61^\circ}{\sin\theta} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{2.997\times10^8}{2.025\times10^8}$$ で,

$$\therefore \frac{n_2}{n_1} = 1.48$$ ・・・(オカキ) ④

$$\frac{n_3}{n_1} = \frac{n_3}{n_2}\times\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin\theta}{\sin 41^\circ}\times\frac{\sin 61^\circ}{\sin\theta} = \frac{0.875}{0.656} = 1.33$$

・・・(クケコ) ④

(b) 空気の絶対屈折率を $n_1 = 1$ として,

$$\frac{\sin 41^\circ}{\sin\theta} = \frac{n_2}{n_3} = \frac{1.48}{1.33}$$

$\therefore \theta < 41^\circ$ ・・・(サ) ①

(3) (a) 波長が伸びて, 振動数は小さくなるから,

・・・(シ) ⑦

(b) 温度が高いと音速が速くなり, それとともに波長も大きくなるが振動数は変わらない。

・・・(ス) ⑧

ｱ	③	ｲ	③	ｳ	④	ｴ	④
ｵ	①	ｶ	④	ｷ	⑧	ｸ	①
ｹ	③	ｺ	③	ｻ	①	ｼ	⑦
ｽ	⑧						

Ⅲ (a)

$$V=\frac{nRT}{P}=\frac{1.0\times 8.3\times 300}{1.0\times 10^5}\cong 2.5\times 10^{-2}\,\mathrm{m}^3$$ ・・・（ア）②

これは定圧変化だから，$Q=nC_P\Delta T$ で，

単原子分子なので，$C_P=\frac{5}{2}R$

$$\therefore \Delta T=\frac{3.1\times 10^2}{1.0\times\frac{5}{2}R}=14.93\cong 15\,\mathrm{K}$$ ・・・（イ）②

$P\Delta V=nR\Delta T$ で，

$$\Delta V=\frac{nR\Delta T}{P}=\frac{nR}{P}\cdot\frac{Q}{nC_P}=\frac{3.1\times 10^2}{1.0\times 10^5\times\frac{5}{2}\cdot 8.3}\cong 1.2\times 10^{-3}\,\mathrm{m}^3$$

・・・（ウ）④

$$F=\rho Vg=\rho\frac{nRT}{P}g=1.2\frac{1.0\times 8.3\times 315}{1.0\times 10^5}9.8\cong 0.31\mathrm{N}$$

・・・（エ）①

(b) 水圧の公式 $P=\rho hg$ を使って，これに大気圧を足して，

$$P=1.0\times 10^5+1.0\times 10^3\times 3.0\times 9.8\cong 1.3\times 10^5\,\mathrm{Pa}$$

・・・（オ）①

ボイル・シャルルの法則より，

$$\frac{1.0\times V_0}{280}=\frac{1.29V_1}{300}$$

$$\therefore \frac{V_1}{V_0}=0.83$$ ・・・（カ）①

断熱変化だから，$PV^{\frac{5}{3}}=$一定 より

$$1.0\times V_0^{\frac{5}{3}}=1.29\times V_2^{\frac{5}{3}}$$

これと，$\frac{V_1}{V_0}=0.83$ より，

$$\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\frac{5}{3}}=\frac{1}{0.83^{\frac{5}{3}}\times 1.29}=\frac{1}{0.53}>1$$

$$\therefore V_2>V_1$$ ・・・（キ）③

ｱ	②	ｲ	②	ｳ	④	ｴ	①
ｵ	⑧	ｶ	④	ｷ	③		

Ⅳ (1)　(a) $F=IBl$ ・・・（ア）①

$N=mg\cos\theta+IBl\sin\theta$ ・・・（イ）④

$V=vBl\cos\theta$ ・・・（ウ）⑦

(b) オームの法則より，$E=RI$

つりあいより，$IBl=mg\tan\theta$

$$\therefore R=\frac{E}{I}=\frac{E}{\frac{mg\tan\theta}{Bl}}=\frac{EBL}{mg\tan\theta}$$ ・・・（エ）③

オームの法則より，$E-vBl\cos\theta=RI'$

$$\therefore I'=\frac{E-vBl\cos\theta}{R}$$ ・・・（オ）⑦

十分時間がたった時，同様に

$$I_0Bl=mg\tan\theta$$

$$I_0=\frac{E-v_0Bl\cos\theta}{R}$$

$$\therefore v_0=\frac{EBl-mgR\tan\theta}{(Bl)^2\cos\theta}=\frac{EBl\cos\theta-mgR\sin\theta}{(Bl\cos\theta)^2}$$

・・・（カ）⑨

(2) つりあいなどにより，

$$mg\sin\theta=\mu N+IBl\cos\theta$$

$$N=mg\cos\theta+IBl\sin\theta$$

$$v_0'Bl\cos\theta=RI$$

$$\therefore v_0'=\frac{mgR(\sin\theta-\mu\cos\theta)}{(Bl)^2\cos\theta(\mu\sin\theta+\cos\theta)}$$ ・・・（キ）③

ｱ	①	ｲ	④	ｳ	⑦	ｴ	③
ｵ	⑦	ｶ	⑨	ｷ	③		

【講評】　難易度はそれほどでもないが，５０分で解くには問題量が多い。比較的簡単な問題を確実に手早く解いて，計算ミスをしないでいかに点に結びつけられるかどうかだ。

Ⅰ　典型的な問題で計算に手こずらなければよい。割と解きやすい。(b) の問題は解き方を知らなければ難しい。

Ⅱ (1) は一番正答率が低い問題である。あまり見かけない問題で戸惑ったことであろう。(2) の問題も意外と解きづらい。

Ⅲ (1) は計算ミスを続発して解けていない人が多く見られる。ただ，内容的にはイージーである。(2) は断熱変化の問題で時間的にもなかなか解ききれない。

Ⅳ　最典型的な問題なので完解した人は多いであろう。

一次突破ラインは，６５～６８点ぐらいになる。