Windom の解答速報 慈恵医大 物理 2008

1.

問１　エネルギー保存則より

$$\frac{1}{2}ka^2 = \frac{1}{2}mv_0^{\ 2} + mga$$

$$\therefore v_0 = \sqrt{\frac{ka^2 - 2mga}{m}} \quad ・・・（答）$$

問２　エネルギー保存則より

$$\frac{1}{2}mv_C^{\ 2} + mg(2R - l_0) = \frac{1}{2}mv_0^{\ 2}$$

$$v_C = \sqrt{v_0^{\ 2} - 2g(2R - l_0)} \quad ・・・（答）$$

問３

x，y 方向の時間に関する式を作ると

$$\begin{cases} y = R - \frac{1}{2}gt^2 \\ x = v_C t \end{cases}$$

これらより放物線は

$$y = R - \frac{1}{2}g\left(\frac{x}{v_C}\right)^2 \text{ で}$$

ついたてを飛び越す条件は $x = R$ で $y \succ 0$ であればよいので

$$R - \frac{1}{2}g\left(\frac{R}{v_C}\right)^2 \succ 0$$

$$\therefore v_C \succ \sqrt{\frac{gR}{2}}$$

よって $v_C = \sqrt{v_0^{\ 2} - 2g(2R - l_0)} \succ \sqrt{\frac{gR}{2}}$

$$v_0 \succ \sqrt{\frac{9}{2}gR - 2gl_0}$$

実はこの値は，問４の点Cに到達するために必要な v_0 の最小値 v_{02} より小さいので，この値では点Cに到達出来ない。逆に点Cに到達さえすれば全てついたてを飛び越すことが分かる。よって答えは問4と同じ値になる。問4の答えより，

$$v_0 \succ \sqrt{(5R - 2l_0)g} = v_{01} \quad ・・・（答）$$

問４　重力より遠心力の方が大きければよいので

$$m\frac{v_C^{\ 2}}{R} \geq mg$$

$$\therefore v_C \geq \sqrt{gR}$$

よって $v_C = \sqrt{v_0^{\ 2} - 2g(2R - l_0)} \geq \sqrt{gR}$

$$v_0 \succ \sqrt{(5R - 2l_0)g} = v_{02} \quad ・・・（答）$$

2.

問１　固有振動数 f_0 なので，並列共振の状態となっている。

並列共振の時には抵抗には電流は流れず

$$I = 0 \quad ・・・（答）$$

問２

$$I_C = 2\pi f_0 CV_0 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$= 2\pi f_0 CV_0 \cos 2\pi f_0 t \quad ・・・（答）$$

問３

$$I_L = \frac{V_0}{2\pi f_0 L}\sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$= -\frac{V_0}{2\pi f_0 L}\cos 2\pi f_0 t \quad ・・・（答）$$

問４

$$\begin{cases} I_{oC} = 2\pi f_0 CV_0 \\ I_{0L} = \dfrac{V_0}{2\pi f_0 L} \end{cases} \text{ より}$$

$$I_{0L} = \frac{CV_0^{\ 2}}{I_{0C}L} \quad ・・・（答）$$

問５　並列共振の時には $I = 0$ だから

$$I = I_C + I_L = I_{0C}\cos 2\pi f_0 t - I_{0L}\cos 2\pi f_0 t = 0$$

$$\therefore I_{0C} = I_{0L} \quad ・・・（答）$$

よって $2\pi f_0 CV_0 = \dfrac{V_0}{2\pi f_0 L}$

$$\therefore f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad ・・・（答）$$

3.

問１　つりあいより

$$Mg = k(l - l_0)$$

$$l = \frac{Mg}{k} + l_0 \quad ・・・（答）$$

問２

$$\rho = \frac{m}{l} = \frac{m}{\frac{Mg}{k} + l_0} = \frac{km}{Mg + kl_0} \quad ・・・（答）$$

問３

$$v = \sqrt{\frac{Mg}{\rho}} = \sqrt{\frac{Mg(Mg + kl_0)}{km}} \quad ・・・（答）$$

問４　$v = f\lambda$，　また $\dfrac{\lambda}{2} = l$ より

$$\sqrt{\frac{Mg(Mg + kl_0)}{km}} = f \cdot 2l$$

$$\therefore l = \frac{1}{2f}\sqrt{\frac{Mg(Mg + kl_0)}{km}} \quad ・・・（答）$$

問５　同様に

$$xl = \frac{1}{2f}\sqrt{\frac{nMg(nMg + kl_0)}{km}} \text{ が成立し}$$

辺々割って

$$\frac{xl}{l} = \frac{\frac{1}{2f}\sqrt{\frac{nMg(nMg + kl_0)}{km}}}{\frac{1}{2f}\sqrt{\frac{Mg(Mg + kl_0)}{km}}}$$

$$\therefore x^2 = n\frac{nMg + kl_0}{Mg + kl_0} \quad ・・・（答）$$

【講評】　全体的に難易度は高くないが，勘違いなどをして間違いやすい問題が多かった。

１．は昨年に引き続き円運動の問題であった。解法は至って普通だが，問３の問題自身が作者が気がついていない不備を含んでいると思われる。

２．は並列共振の問題であることに気がつくかどうか。一度解いたことがないと解くのは難しい。この問題が明暗を分ける。

３．は，割と簡単である。ただ線密度を勘違いしないかが分かれ目。

一次突破ラインは７５点ぐらいであろうか。