Windom の解答速報 杏林大(医) 物理 2016

I

(1) (a) 運動方程式は, $ma = mg\sin\theta$

$$\therefore a = -g\frac{3}{5} = -\frac{3}{5}\alpha$$

$$0 = v_0 + at_1$$

$$\therefore t_1 = -\frac{v_0}{a} = -\frac{\alpha}{-\frac{3}{5}\alpha} = \frac{5}{3}$$ (答)

$$\frac{h_1}{\sin\theta} = v_0t_1 + \frac{1}{2}at_1^2$$

$$= \frac{5}{3}\alpha - \frac{1}{2}\frac{3}{5}\alpha\left(\frac{5}{3}\right)^2 = \frac{5}{6}\alpha$$

$$\therefore h_1 = \frac{5}{6}\alpha \times \frac{3}{5} = \frac{1}{2}\alpha$$ (答)

(b) 運動方程式は, $ma' = -mg\sin\theta - \mu' mg$

$$\therefore a' = -g\frac{3}{5} - \frac{1}{4}g\frac{4}{5} = -\frac{4}{5}\alpha$$

$$\therefore 0 = v_0 + a't_2$$

$$t_2 = -\frac{v_0}{a'} = -\frac{\alpha}{-\frac{4}{5}\alpha} = \frac{5}{4}$$ (答)

$$\frac{h_2}{\sin\theta} = v_0t_2 + \frac{1}{2}a't_2^2$$

$$= \frac{5}{4}\alpha - \frac{1}{2}\frac{4}{5}\alpha\left(\frac{5}{4}\right)^2 = \frac{5}{8}\alpha$$

$$\therefore h_2 = \frac{5}{8}\alpha \times \frac{3}{5} = \frac{3}{8}\alpha$$ (答)

下りの時, 下向きを正にして運動方程式を作ると,

$$ma'' = mg\sin\theta - \mu' mg\cos\theta$$

$$\therefore a'' = \alpha\frac{3}{5} - \frac{1}{4}\alpha\frac{4}{5} = \frac{2}{5}\alpha$$

よって,

$$v_1^2 - 0 = 2a''\frac{h_2}{\sin\theta}$$

$$= 2\frac{2}{5}\alpha \times \frac{3}{8}\alpha\frac{5}{3} = \frac{1}{2}\alpha^2$$

$$\therefore v_1^2 = \frac{1}{2}v_0^2$$ (答)

下向きの重力が最大静止摩擦力より大きいので,

$$mg\sin\theta > \mu mg\cos\theta$$

$$\mu < \tan\theta = \frac{3}{4}$$ (答)

(2) 初速度は v_0 でいずれ速度は下向きの一定となるのでグラフは⑤。(答)

上りと下りのそれぞれの運動方程式は,

$$ma_{上} = -mg - kv$$

$$ma_{下} = -mg + kv$$

で, 加速度は速度で変わる。

初めの加速度は負で, いずれ加速度は 0 に近づくのでグラフは③。(答)

$$a = |a_{上}| = \left|-g - \frac{kv}{m}\right| = g + \frac{kv}{m} > g$$ (答)

エネルギーで考えると $h_3 < h_1$ (答)

(3)

$$x_G = \frac{M\left(\frac{L}{2} + \frac{L}{4}\right) + 2M \times 0}{M + 2M} = \frac{1}{4}L$$ (答)

円の中心まわりのモーメントのつりあいより,

$$f \times R + T(L+R)\sin\theta = Mg\left(\frac{L}{2} + R\right)\cos\theta$$

$f = T$ も使って、

$$\therefore T = \frac{3}{5}Mg$$ (答)

滑らないぎりぎりの時のつりあいより,

$$T = \mu N$$

$$N = 3Mg$$

これらの式より,

$$\mu = \frac{T}{3Mg} = \frac{\frac{3}{5}Mg}{3Mg} = \frac{1}{5}$$

よって, $\mu \geq \frac{1}{5}$ (答)

ア	5	イ	3	ウ	1	エ	2
オ	5	カ	4	キ	3	ク	8
ケ	1	コ	2	サ	1	シ	3
ス	4	セ	5	ソ	3	タ	3
チ	1	ツ	1	テ	4	ト	3
ナ	5	ニ	4	ヌ	1	ネ	5

II

ア	3	イ	6	ウ	4	エ	7
オ	3	カ	1	キ	6	ク	1
ケ	6	コ	1	サ	1	シ	2
ス	1	セ	2	ソ	9	タ	7

Ⅲ（2）屈折の法則より，

$$\frac{\sin\theta_s}{\sin(90°-\theta_r)}=\frac{n_1}{n_2}$$

$$\therefore \cos\theta_r=\frac{n_2}{n_1}\sin\theta_s \quad \text{（答）}$$

屈折の法則より，

$$\sin\theta_c=\frac{n_2}{n_1}$$

$$\frac{\sin\theta_0}{\sin\theta_{r0}}=\frac{n_1}{1}$$

また，$\sin\theta_c=\cos\theta_{r0}$

$$=\sqrt{1-\sin^2\theta_{r0}}$$

$$\therefore \frac{n_2}{n_1}=\sqrt{1-\left(\frac{\sin\theta_0}{n_1}\right)^2}$$

$$\therefore \sin^2\theta_0=n_2{}^2-n_1{}^2 \quad \text{（答）}$$

最大の時は斜めに光が入って臨界角で反射し続けるときで，

$$T_{\max}=\frac{\dfrac{L}{\cos\theta_{r0}}}{\dfrac{c}{n_1}}=\frac{n_1L}{c\cos\theta_{r0}}=\frac{n_1L}{c\sin\theta_c}=\frac{n_1L}{c\dfrac{n_2}{n_1}}=\frac{n_1{}^2L}{cn_2}$$

最小の時は垂直に光が入って軸に平行に進んだ場合で，

$$T_{\min}=\frac{L}{\dfrac{c}{n_1}}=\frac{n_1L}{c}$$

$$\therefore T_{\max}-T_{\min}=\frac{n_1{}^2L}{cn_2}-\frac{n_1L}{c}=\frac{n_1(n_1-n_2)}{n_2}\frac{L}{c} \quad \text{（答）}$$

ア	4	イ	5	ウ	5	エ	2
オ	4	カ	5	キ	1	ク	1
ケ	5						

Ⅳ

（1）$N=\dfrac{48\times10^{-6}}{1.6\times10^{-19}}=3.0\times10^{14}$

光電方程式は，$h\upsilon=\dfrac{1}{2}mv^2+W$

また，$eV_c=\dfrac{1}{2}mv^2$

$$\therefore W=\frac{hc}{\lambda}-eV_c$$

$$=\left(\frac{6.6\times10^{-34}\times3.0\times10^{8}}{3.0\times10^{-7}}-1.6\times10^{-19}\times2.0\right)\times\frac{1}{1.6\times10^{-19}}$$

$$=2.1\ \text{eV}$$

ア	3	イ	3	ウ	0	エ	1
オ	4	カ	2	キ	1	ク	5
ケ	4	コ	4	サ	4	シ	3

【講評】　例年と違って問題が素直になり，典型問題も多く難易度はそれほどでもないが，要所要所にグラフ選択などの難問が含まれている。５０分で解くには問題量がかなり多いので典型問題を速く処理できたかどうかが鍵となる。剛体とダイオードの問題が受験生には難しかったようだ。

Ⅰ（1）難しくはないが計算ミスが出やすい。（2）グラフを選ぶのはなかなか難しい。　（3）剛体の立式に惑うであろう。

Ⅱ　典型的な問題に近い。ただ解法を知らないと解けない。

Ⅲ（1）ありがちな問題だが，やはり解法パターンを知らないといけない。（2）典型問題と言えるが最後が難しい。

Ⅳ（1）光電効果の知識がないと難しい。（2）簡単な知識問題。

時間との勝負になる。

一次突破ラインは，問題量から考えて，思ったほど高くはない。６０～６５点ぐらいになる。