大阪医科大学2014年度前期入学試験　解答速報　物理

平成２６年　２月１０日　実施

[I]

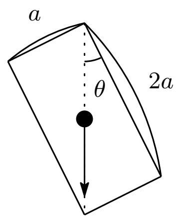
(1)　求める水温を t ℃として，熱量保存則より $200\cdot 0.38\cdot(t-80)+500\cdot 4.2\cdot(t-20)=0$

これを解いて，$t=22.0\cdots$　$\boxed{\therefore 22\ [℃]}$

(2)　$V=5.0\times 10^{3}\times 2\times 10^{-2}\times\cos 60^\circ=50$　$\boxed{\therefore 50\ [\mathrm{V}]}$

$W=3.2\times 10^{-4}\times V=1.6\times 10^{-2}$　$\boxed{\therefore 1.6\times 10^{-2}\ [\mathrm{J}]}$

(3)　鉛直線は板の重心（長方形の対角線の交点）を通るので，$\therefore\ \tan\theta=\boxed{\dfrac{1}{2}}$



(4)　氷の水中にある体積を V [cm^3]，重力加速度を g [m/s^2] とすると，力のつり合いの式より，

$0.92\times(V+4000)\times 10^{-3}\times g=1\times V\times 10^{-3}\times g$　$\therefore\ V=\dfrac{4000\times 0.92}{0.08}$

よって，求める質量は $0.92\times(4000+V)=46000$ [g]　$\boxed{\therefore 46\ [\mathrm{kg}]}$

[II]

(1)　①　$2kf\lambda$　②　k^2　③　$2f\lambda(k+1)$　④　$\dfrac{k+1}{k}$　⑤　$\dfrac{f\lambda}{2k}$

(2)　$r_{100}=\sqrt{2\times 1\times 10^{-3}\times 2\times 10^{-9}\times 100}=2\times 10^{-5}[\mathrm{m}]=2\times 10[\mu\mathrm{m}]$

$\Delta r_{100}=1\times 10^{-7}[\mathrm{m}]=1\times 10^{-1}[\mu\mathrm{m}]$

(3)　および，(4)　$\overline{\mathrm{AC}_k}+\overline{\mathrm{C}_k\mathrm{B}}=\sqrt{a^2+2f\lambda k}+\sqrt{b^2+2f\lambda k}=a\left(1+\dfrac{2f\lambda k}{a^2}\right)^{\frac{1}{2}}+b\left(1+\dfrac{2f\lambda k}{b^2}\right)^{\frac{1}{2}}$

$\fallingdotseq a\left(1+\dfrac{f\lambda k}{a^2}\right)+b\left(1+\dfrac{f\lambda k}{b^2}\right)=a+b+\left(\dfrac{1}{a}+\dfrac{1}{b}\right)f\lambda k$

(5)　$\overline{\mathrm{AC}_{k+1}\mathrm{B}}-\overline{\mathrm{AC}_k\mathrm{B}}=\dfrac{f\lambda}{a}+\dfrac{f\lambda}{b}=\lambda$ より $b=\dfrac{af}{a-f}$

[III]

(1)　ボールが最高点に達する時刻 t_1 は $t_1 = \dfrac{v\sin\theta}{g}$ なので，最高点の座標は $\mathrm{P}_1\left(\boxed{\dfrac{v^2\sin 2\theta}{2g}},\ \boxed{h+\dfrac{v^2\sin^2\theta}{2g}}\right)$.

また P_2 は $\left(\boxed{\dfrac{v^2\sin 2\theta}{g}},\ h\right)$.

地面に衝突する速さを v_3 とおくと，力学的エネルギー保存則 $\dfrac{1}{2}mv^2+mgh=\dfrac{1}{2}mv_3^2$ より $v_3=\boxed{\sqrt{v^2+2gh}}$.

地面に衝突する時刻を t_3 とすると $y=h+vt\sin\theta-\dfrac{1}{2}gt^2=0$ を解いて，$t_3=\dfrac{v\sin\theta+\sqrt{v^2\sin^2\theta+2gh}}{g}$．これを用いて $x_3=v\cos\theta\cdot t_3$ を整理し，$\mathrm{P}_3\left(\dfrac{v^2\sin 2\theta}{2g}\times\left(1+\sqrt{1+\boxed{\dfrac{2gh}{v^2\sin^2\theta}}}\right),\ 0\right)$.

ボールの描く軌道は，$x=vt\cos\theta$，$y=h+vt\sin\theta-\dfrac{1}{2}gt^2$ から t を消去し，$y=\boxed{h+x\tan\theta-\dfrac{g}{2v^2\cos^2\theta}x^2}$.

(2)　P_3 から壁までの距離 $\dfrac{1}{4}x_3$ と，壁から P_5 までの距離 $\dfrac{1}{5}x_3$ の比は $1:e$ なので，$e=\boxed{\dfrac{4}{5}}$.

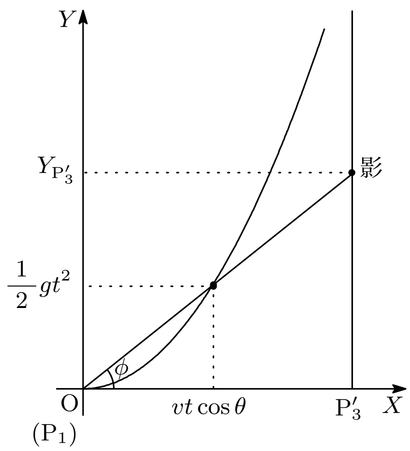
(3)　計算を簡単にするために，右図のように点 P_1 を原点として座標軸をとり，点 $\mathrm{P}(X,\ Y)=(vt\cos\theta,\ \dfrac{1}{2}gt^2)$ をみたしながらボールが運動すると考える．このとき，線分 OP が X 軸となす角を ϕ とすると，

$\tan\phi=\dfrac{\frac{1}{2}gt^2}{2v\cos\theta}=\dfrac{gt}{2v\cos\theta}$ と表せる．

原点からボールに光を当てたとき，その影が X 軸上の点 P_3' に垂直に立つ壁上にできると考えられ，その Y 座標を $Y_{\mathrm{P}_3'}$ とすると，

$$Y_{\mathrm{P}_3'}=\mathrm{OP}_3'\cdot\tan\phi=(x_3-x_1)\tan\phi=\frac{v^2\sin 2\theta}{2g}\sqrt{1+\frac{2gh}{v^2\sin^2\theta}}\cdot\frac{gt}{2v\cos\theta}$$

$=\dfrac{v\sin\theta}{2}\sqrt{1+\dfrac{2gh}{v^2\sin^2\theta}}\cdot t$ となり，$Y_{\mathrm{P}_3'}$ は t に比例しているので，影は速さ $\boxed{\dfrac{v\sin\theta}{2}\sqrt{1+\dfrac{2gh}{v^2\sin^2\theta}}}$ で，等 $\boxed{\text{速度}}$ 運動をすることが分かる．



[IV]

(1) $I_0 = \dfrac{V}{2R}$ [A]

(2) $V > \dfrac{2MgR\tan\theta}{DB}$ [V]

(3) 金属棒に作用する力のつりあいより，

$I_1 = \dfrac{Mg\tan\theta}{BD}$ [A]

(4) $V_{\mathrm{PH}} = V - RI_1 = V - \dfrac{MgR\tan\theta}{BD}$ [V]

(5) $V_{\mathrm{PH}} = \dfrac{R_{\mathrm{X}}}{R+R_{\mathrm{X}}}V$ より，

$R_{\mathrm{X}} = \left(\dfrac{VBD}{MgR\tan\theta} - 1\right)\cdot R\,[\Omega]$

(6) 金属棒を流れる電流が (3) の I_1 となるので，$\dfrac{v'BD\cos\theta}{R+R_{\mathrm{X}}} = I_1$ より，$v' = \dfrac{V}{BD\cos\theta}$ [m/s]

(7) 一定の速さとなったときの電流は同じく I_1 だが，合成抵抗が $R+R_{\mathrm{X}}$ から $3R+R_{\mathrm{X}}$ に大きくなる．
答え：(ア)．大きい

講評：昨年より難しくなった．問題の内容自体はそれほど難しくないのだが．大問は計算が多く点が出にくいだろう．合格には 7 割は欲しい．