岡山物理コンテスト2020　問題B第１問　解答用紙

第１問計

チャレンジ番号 　　　　 氏名＿＿＿＿＿＿＿＿

問１	（式） $F = kx$　および，力のつりあいより $mg = kd_1$ $d_1 = \dfrac{mg}{k}$ （答）$d_1 = \frac{mg}{k}$
問２	（答） $U_1 + U_2 = -mgx + \dfrac{1}{2}kx^2$
問３	（式） $U_1 + U_2 = -mgx + \dfrac{1}{2}kx^2$ $= \dfrac{1}{2}k\left(x^2 - \dfrac{2mg}{k}x\right)$ $= \dfrac{1}{2}k(x - \dfrac{mg}{k})^2 - \dfrac{m^2g^2}{2k}$ $\therefore U_1 + U_2$ は $x = \frac{mg}{k}$ のとき最小値をとる。 （答）$x = \frac{mg}{k}$　※$x = d_1$ も可
問４	（答） ④

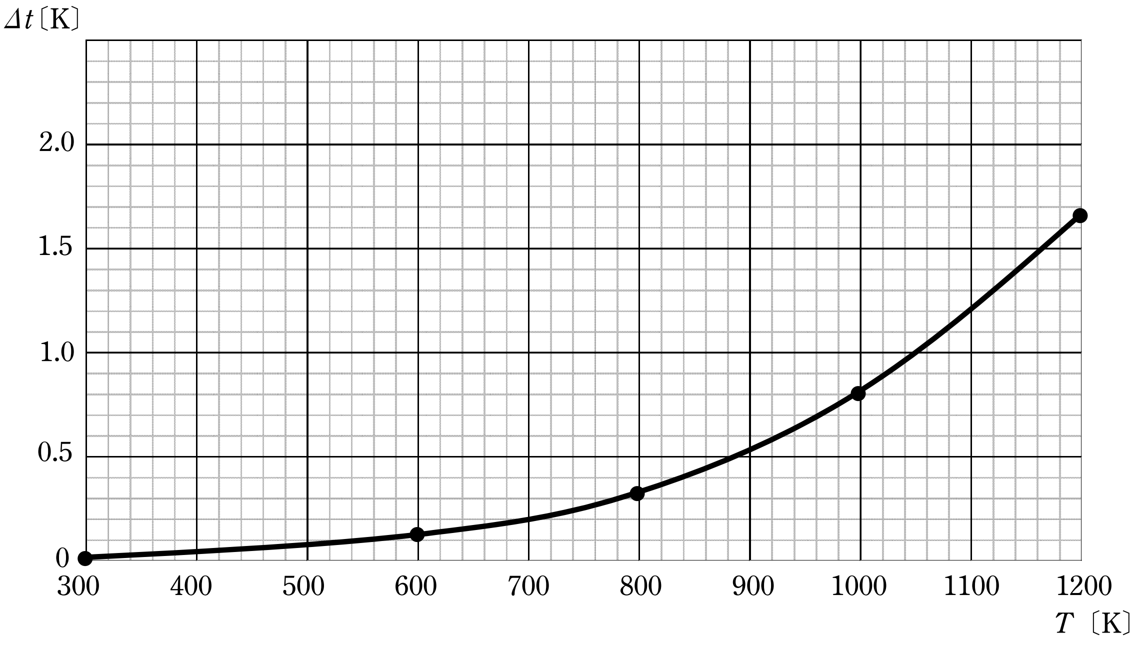
問題Ｂ得点

問５	（式） (i)　$\omega t=0$ のとき，$E_0=\frac{1}{2}m(d_1\omega\sin 0)^2-mgd_1(1-\cos 0)+\frac{1}{2}k\{d_1(1-\cos 0)\}^2$ $=\dfrac{1}{2}m(d_1\omega\cdot 0)^2-mgd_1(1-1)+\dfrac{1}{2}k\{d_1(1-1)\}^2$ $=0$ (ii)　$\omega t=\frac{\pi}{2}$ のとき，$E_{\frac{\pi}{2}}=\frac{1}{2}m(d_1\omega\sin\frac{\pi}{2})^2-mgd_1(1-\cos\frac{\pi}{2})+\frac{1}{2}k\{d_1(1-\cos\frac{\pi}{2})\}^2$ $=\dfrac{1}{2}m(d_1\omega\cdot 1)^2-mgd_1(1-0)+\dfrac{1}{2}k\{d_1(1-0)\}^2$ $=\dfrac{1}{2}m{d_1}^2\omega^2-mgd_1+\dfrac{1}{2}k{d_1}^2$ 問１より $d_1=\frac{mg}{k}$ を代入して整理すると，$E_{\frac{\pi}{2}}=\frac{m^3g^2\omega^2}{2k^2}-\frac{m^2g^2}{2k}$ 力学的エネルギー保存則から，$E_0=E_{\frac{\pi}{2}}$なので，(i)(ii)より，$0=\frac{m^3g^2\omega^2}{2k^2}-\frac{m^2g^2}{2k}$ 整理して $\frac{m\omega^2}{k}=1$　$\omega>0$ なので $\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}$ （答）$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}$
問６	（式） $T=\frac{2\pi}{\omega}$ に問５の結果 $\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}$ を代入し整理すると $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ …① 式①の m を、人と板の質量の和 $M+m$ に置きかえ T_0 を代入すると $T_0=2\pi\sqrt{\frac{M+m}{k}}$ ${T_0}^2=4\pi^2\dfrac{M+m}{k}$ $M+m=\frac{k{T_0}^2}{4\pi^2}$ $M=\frac{k{T_0}^2}{4\pi^2}-m$ （答）$M=\frac{k{T_0}^2}{4\pi^2}-m$

岡山物理コンテスト2020　問題Ｂ第２問　解答用紙

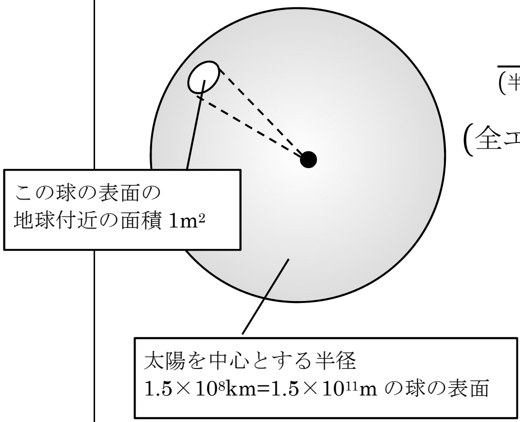
第２問計

チャレンジ番号　　　氏名

問１	（答） $Q = mc\varDelta T$ より，$\frac{Q}{\varDelta T} = mc$ m，c は変化しないので $\frac{Q}{\varDelta T} = (一定)$ ∴　Qと$\varDelta T$ は比例する。
問２	（答） 
問３	（答） 表より，10分間の温度変化について 600Kのとき，$\frac{T^4}{\varDelta T} = \frac{600^4}{0.10} = 1296 \times 10^4$　① 800Kのとき，$\frac{T^4}{\varDelta T} = \frac{800^4}{0.10} = 1280 \times 10^4$　② 1000Kのとき，$\frac{T^4}{\varDelta T} = \frac{1000^4}{0.10} = 1250 \times 10^4$　③ 1200Kのとき，$\frac{T^4}{\varDelta T} = \frac{1200^4}{0.10} \fallingdotseq 1249 \times 10^4$　④ ①～④より $\frac{T^4}{\varDelta T}$ はおおよそ一定なので $\varDelta T$ と T^4 はおおよそ比例している。 問１より Q と $\varDelta T$ は比例するので Q と T^4 はおおよそ比例する。 $I = \frac{Q}{(穴の面積)(600秒間)}$ であり， 穴の面積は変化しないので I と Q は比例する。以上より I と T^4 はおおよそ比例する。

問４

（式）



$$\frac{(\text{全エネルギー})}{(\text{半径 }1.5\times10^{11}\text{m の球の表面積})} = 1.37\times10^{3}\quad〔\mathrm{J/(m^2\cdot s)}〕\text{ より}$$

$$(\text{全エネルギー}) = 1.37\times10^{3}[\mathrm{J}]\times4\times3.14\times(1.5\times10^{11})^{2}[\mathrm{m^2}]$$

$$= 38.7\cdots\times10^{25}$$

$$\fallingdotseq 3.9\times10^{26}$$

（答）3.9×10^{26} J

問５

（式）

$$I = \sigma T^{4},\ \ I = \frac{(\text{全エネルギー})}{(\text{表面積})}\text{ より}$$

太陽の表面（太陽の中心から 7.0×10^5km=7.0×10^8m の位置）について

$$\frac{3.9\times10^{26}}{4\times3.14\times(7.0\times10^{8})^{2}} = 5.67\times10^{-8}\times T^{4}$$

整理して　$T^{4} \fallingdotseq 0.001176\times10^{18}$

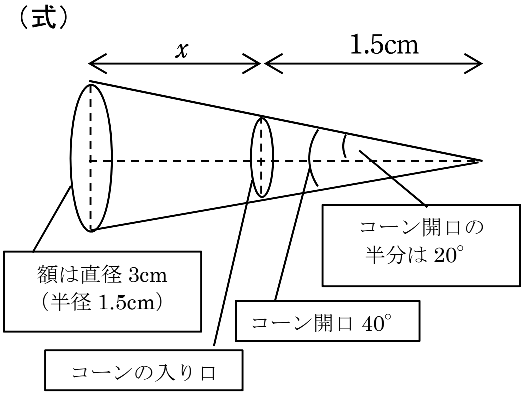
$\therefore\quad T^{2} \fallingdotseq 0.0334\times10^{9} = 33.4\times10^{6}$

$\therefore\qquad T \fallingdotseq 5.8\times10^{3}$

（答）5.8×10^3 K　※5500℃も可

問６

（式）



$tan\theta = \frac{a}{b}$ より

$tan20° = \frac{1.5}{1.5+x}$

表より $tan20° = 0.36$ なので

$0.36 = \frac{1.5}{1.5+x}$

$\therefore 1.5 + x \fallingdotseq 4.17$

$\therefore x \fallingdotseq 2.67 \fallingdotseq 2.7$

（答）2.7cm