

I

第1問

問1 1-② 2-④

問2 3-① 4-⑥

問3 5-⑥

問4 6-⑤ 7-④

第2問

問1 1-②

問2 2-⑩ 3-①

問3 4-⑧

問4 5-⑥

問5 6-④

第3問

問1 1-④ 2-⑥

問2 3-③

問3 4-⑥

問4 5-②

II

問1

$$x_0 = \frac{mL}{\sqrt{4m'^2 - m^2}}$$

問2

$$x = \frac{4m'mL}{4m'^2 - m^2}$$

問3

(a)

変位の大きさは釘と質量 m のおもりの距離の変化に着目して

$$\sqrt{L^2 + (L + \Delta x)^2} - \sqrt{2}L \doteq \sqrt{2}\left(L + \frac{\Delta x}{2}\right) - \sqrt{2}L = \frac{1}{\sqrt{2}}\Delta x$$

よって、 $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 倍。

この関係から、質量 m のおもりと質量 m' のおもりの位置・速度・加速度の大きさ比はいずれも $1 : \frac{1}{\sqrt{2}}$

になることがうかがえるので、求める加速度は

$$-\frac{1}{\sqrt{2}}a$$

(b)

質量 m' のおもりの運動方程式は、(a) の結論を用いて

$$-\frac{1}{\sqrt{2}} m' a = m' g - T$$

$$\therefore \underbrace{-\frac{1}{2} m a = \frac{1}{\sqrt{2}} m g - T}_{\text{~~~~~}} \quad (\because m' = \frac{1}{\sqrt{2}} m)$$

一方、質量 m のおもりの運動方程式は

$$m a = m g - 2T \frac{L + \Delta x}{\sqrt{L^2 + (L + \Delta x)^2}}$$

であるが、近似式を用いると

$$\frac{L + \Delta x}{\sqrt{L^2 + (L + \Delta x)^2}} \doteq (L + \Delta x) \times \frac{1}{\sqrt{2} L^2} \left(L - \frac{\Delta x}{2} \right) = \frac{1}{\sqrt{2} L^2} \left\{ L^2 + \frac{1}{2} L \Delta x - \frac{1}{2} (\Delta x)^2 \right\}$$

$$\doteq \frac{1}{\sqrt{2} L^2} \left(L^2 + \frac{1}{2} L \Delta x \right) = \frac{1}{2\sqrt{2} L} (2L + \Delta x)$$

これを用いると、質量 m のおもりの運動方程式は

$$m a = m g - 2T \times \frac{1}{2\sqrt{2} L} (2L + \Delta x)$$

$$\therefore \underbrace{m a = m g - \frac{T}{\sqrt{2} L} (2L + \Delta x)}_{\text{~~~~~}}$$

(c)

(b) で導いた運動方程式から T を消去すると

$$m a = m g - 2 \left(\frac{1}{\sqrt{2}} m g + \frac{1}{2} m a \right) \times \frac{1}{2\sqrt{2} L} (2L + \Delta x)$$

この式の右辺を展開し、 $a \Delta x$ の項を無視すると

$$m a = -\frac{\sqrt{2}}{2} m a - \frac{m g}{2 L} \Delta x$$

$$\therefore \frac{2 + \sqrt{2}}{2} m a = -\frac{m g}{2 L} \Delta x$$

この運動方程式から Δx がおもりの変位を表していることに注意して単振動の周期を読み取ると

$$2\pi \sqrt{\frac{\frac{2 + \sqrt{2}}{2} m}{\frac{m g}{2 L}}} = 2\pi \sqrt{\frac{(2 + \sqrt{2}) L}{g}}$$

～コメント～

過去の順天堂大学医学部の問題と比べると計算量は少なくなったが、それでも他大学医学部の問題と比べると計算処理の量が多い。国公立大学や他の私立大学の医学部以外の入試問題との類題が多く見られる。

I

第1問はいずれも典型問題である。**問2**は重力波検出チームがノーベル物理学賞を受賞したことを受けて出題した問題と思われる。**問3**は順天堂大学で頻出のクーロン力場の問題。

第2問は過去に東京大学で出題された問題の類題である。

第3問は2011年に早稲田大学基幹理工学部で出題された問題の類題である。物理学的には難しくはないが、式変形に手間取ってしまう可能性がある。

II

近似計算処理に慣れていないと難しい問題に見えるが、物理学的には難しい問題ではない。