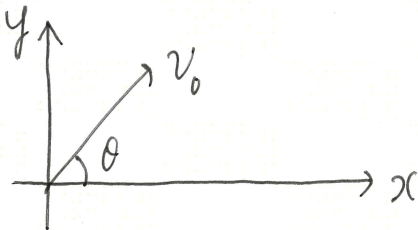


医学部専門予備校 クエスト 解答速報

日本医科大学 物理 試験日2月1日(木)



[I] (1)



$$\begin{cases} x = v_0 \cos \theta \cdot t \\ y = v_0 \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2} g t^2 \end{cases}$$

$$y=0 \text{ かつ } t = \frac{2v_0 \sin \theta}{g}$$

$$\begin{aligned} \therefore x &= v_0 \cos \theta \cdot \frac{2v_0 \sin \theta}{g} \\ &= \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g} \end{aligned}$$

[ア] x が最大となるとき

$$2\theta = 90^\circ$$

$$\therefore \theta = 45^\circ$$

でいい。

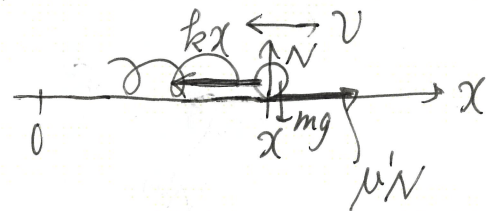
$$\frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g} = \frac{v_0^2 \sin 90^\circ}{g} \times \frac{1}{2} \text{ かつ、}$$

$$\therefore \sin 2\theta = \frac{1}{2}$$

$$\therefore 2\theta = 30^\circ, 150^\circ$$

$$\therefore \theta = 15^\circ, 75^\circ$$

(2)



$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -kx + \mu' v$$

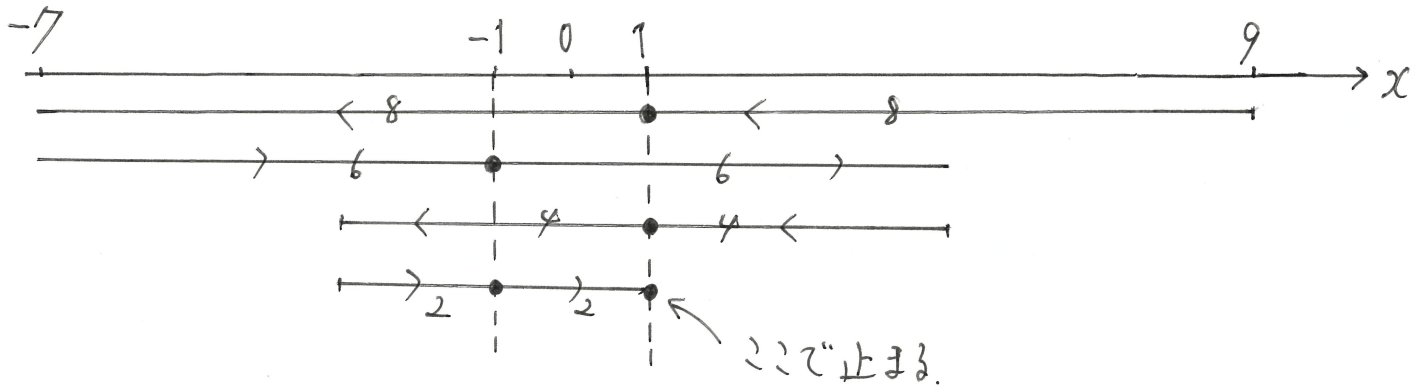
$$\therefore \frac{d^2 x}{dt^2} = -\frac{k}{m} \left(x - \frac{\mu' mg}{k} \right)$$

$$\text{振動中心 } x_0 = \frac{\mu' mg}{k} = 1.0 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{[イ] 周期 } T &= 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \\ &\approx 6.3 \text{ s} \end{aligned}$$

□□

図を描いてみよう.



$$\therefore x = 1.0 \text{ m}$$

$$2 \text{ 周期 } \text{ゆえ、時間} = 13 \text{ s}$$

エネルギー保存則を考慮しよう.

$$\begin{aligned} \Delta U &= \frac{1}{2} \times 1.0 \times (1.0^2 - 9.0^2) \\ &= -40 \text{ J} \end{aligned}$$

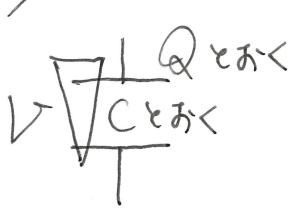
$$\begin{aligned} W_{\text{摩擦力}} &= -\mu mg \Delta x \\ &= -0.1 \times 1.0 \times 10 \times 2(8+6+4+2) \\ &= -40 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\therefore \Delta U = W_{\text{摩擦力}}$$

<講評>

ひねりも何も無い問題ばかりであり、1問も落とせない.

(II)



$$\left\{ \begin{array}{l} Q = CV \\ U = \frac{1}{2} CV^2 \\ = \frac{Q^2}{2C} \end{array} \right.$$

㉔ Q 不変のまま

⇒ 電場 $\frac{Q}{\epsilon_0 S}$ 不変

∴ 1 倍

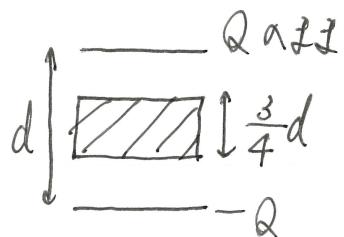
㉕ スイッチ SOFF 中は電荷が保存される。

㉖ SOFF のまま

$$\frac{1}{C} Q \Rightarrow \frac{1}{C/2} V'$$

$$Q = CV = \frac{C}{2} V'$$

$$\therefore V' = 2V$$

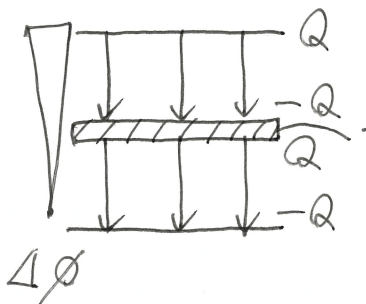


$$= \begin{array}{c} \text{---} 4C \\ | \\ \text{---} \end{array}$$

$$C \times \frac{4}{3} \times \frac{5}{2} = \frac{10}{3} C$$

$$C' = \frac{4C \times \frac{10}{3} C}{4C + \frac{10}{3} C} = \frac{20}{11} C$$

㉗ SOFF のまま ⇒ Q 不変



$$\Rightarrow \frac{1}{C} Q$$

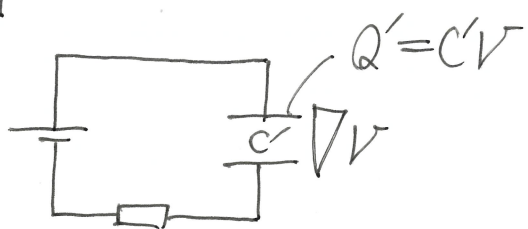
と同一型

$$U' = \frac{Q^2}{2C'} = \frac{Q^2}{2 \cdot \frac{20}{11} C}$$

$$= \frac{11}{20} \cdot \frac{Q^2}{2C}$$

$$\Delta \phi = \frac{Q}{C} = 1 \times V$$

【オ】



$$\begin{aligned}\Delta Q &= Q' - Q \\ &= (C' - C)V \\ &= \left(\frac{20}{11} - 1\right)CV \\ &= \frac{9}{11}CV \\ &\quad \text{~~~~~}\end{aligned}$$

【カ】

$$\begin{aligned}U'' &= \frac{1}{2}C'V^2 \\ &= \frac{1}{2} \frac{20}{11} CV^2 \\ &= \frac{20}{11} U\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\therefore U'' - U' &= \frac{20}{11}U - \frac{11}{20}U \\ &= \frac{279}{220}U \\ &\quad \text{~~~~~}\end{aligned}$$

【キ】 エネルギー保存則より、

$$(U'' - U') + H = \Delta Q \cdot V$$

$$\therefore H = \frac{9}{11}CV^2 - \frac{279}{220}U$$

$$= \frac{18}{11}U - \frac{279}{220}U$$

$$= \frac{81}{220}U \\ \text{~~~~~}$$

<講評>

[I]と同様、平板は曲題である。
定期テストレベル。

〔Ⅲ〕

〔ア〕 $\lambda = 2.0 \text{ m}$

〔イ〕 $T = \frac{\lambda}{v}$
 $= 4.0 \text{ s}$

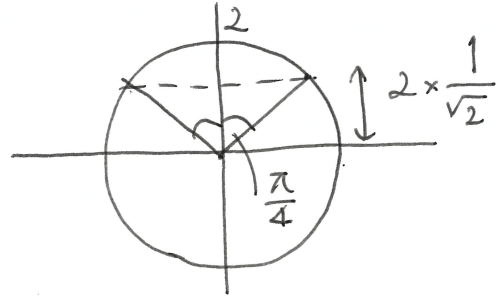
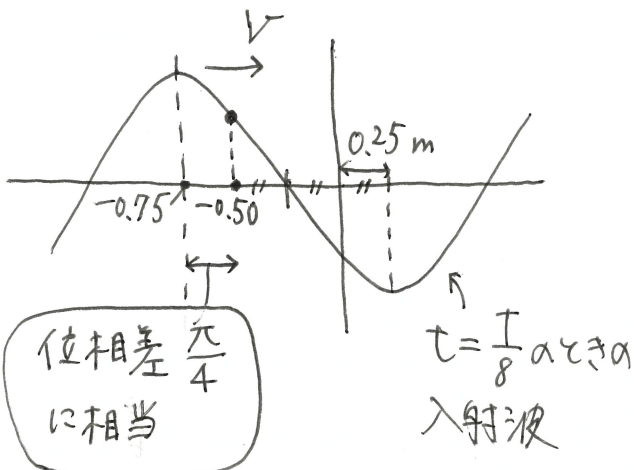
〔エ〕 $t = 4.5 \text{ s}$
 $= 4 + 0.5$
 $= T + \frac{T}{8}$

つまり、 $t = 4.5$ は $t = \frac{T}{8}$ のときと同じ。
 (ただし反射波の先端は $x = -0.5 \times 4.5$ にある)

対応関係

$$\frac{T}{8} \longleftrightarrow \frac{\lambda}{8} \longleftrightarrow \frac{2\pi}{8} = \frac{\pi}{4}$$

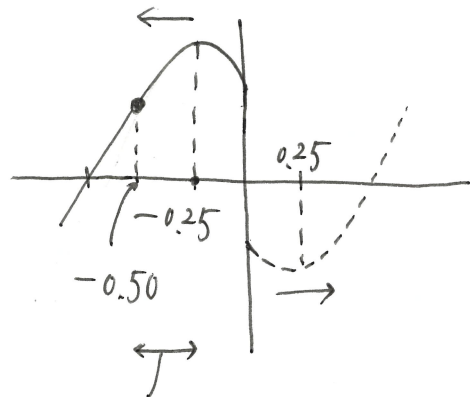
入射波



$$y_{\text{反射}} = 2 \times \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$= \sqrt{2} \text{ m}$$

反射波



位相差 $\frac{\pi}{4}$ に相当

$$y_{\text{反射}} = \sqrt{2} \text{ m}$$

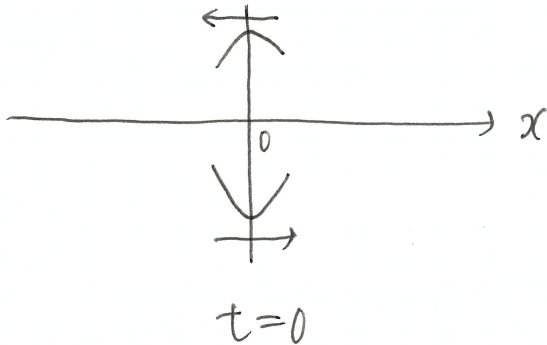
以上から、 $y_{\text{合成}} = 2 \times \sqrt{2}$

$$\approx 2.8 \text{ m}$$

〔イ〕 $x = -0.1$ と $x = 0$ のきまりは
 0.1 m であり半波長に相等する。 $x = 0$
 は定常波の節ゆえ、 $x = -0.1$ も節。
 つまり、 $y_{\text{合成}} = 0.0 \text{ m}$

①D

波の式で考える



$x=0$ における

$$\begin{cases} \bullet \text{入射波 } y_x(0,t) = -2 \cos \omega t \\ \bullet \text{反 } y_{\text{反}}(0,t) = 2 \cos \omega t \end{cases}$$

よって、 $x=x$ における

$$\begin{cases} \bullet \text{入射波 } y_x(x,t) = -2 \cos \omega \left(t - \frac{x}{v} \right) \\ \bullet \text{反 } y_{\text{反}}(x,t) = 2 \cos \omega \left(t + \frac{x}{v} \right) \end{cases}$$

そこで $t=4.5$, $x=-0.5$ とし、

$$\begin{aligned} & \omega \left(4.5 - \frac{-0.5}{0.5} \right) \\ &= \frac{2\pi}{T} \times 5.5 \\ &= \frac{11}{4} \pi \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore y_x(-0.5, 4.5) &= -2 \cos \frac{11}{4} \pi \\ &= 2 \times \frac{1}{\sqrt{2}} \end{aligned}$$

$$\omega \left(4.5 + \frac{-0.5}{0.5} \right)$$

$$= \frac{2\pi}{T} \times 3.5$$

$$= \frac{7}{4} \pi$$

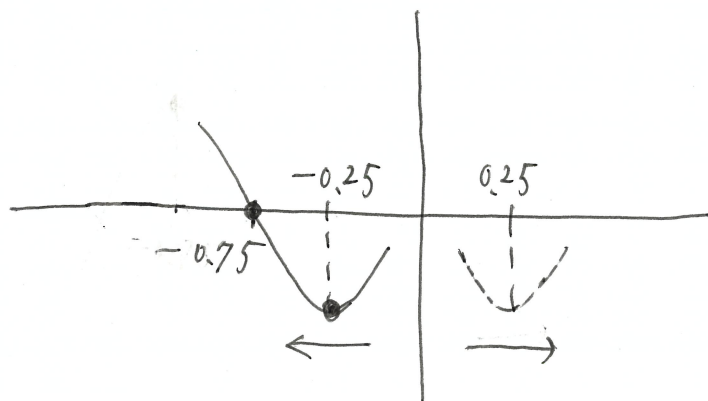
$$\begin{aligned} \therefore y_{\text{反}}(-0.5, 4.5) &= 2 \cos \frac{11}{4} \pi \\ &= 2 \times \frac{1}{\sqrt{2}} \end{aligned}$$

以上より、

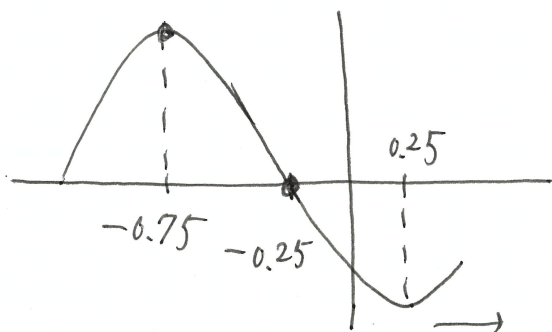
$$\begin{aligned} y_{\text{合}} &= \frac{2}{\sqrt{2}} \times 2 \\ &\approx \underline{\underline{2.8}} \text{ m} \end{aligned}$$

才 力

反射波



入射波



上図より、

$$x = -0.25 \text{ では、} y_{\text{合成}} = -2.0 \text{ m}$$

$$x = -0.75 \text{ では、} y_{\text{合成}} = 2.0 \text{ m}$$

<講評>

3問の中で最も解きにくかったかも知れない。しかし図を描けば終わりである(あるいは波の式を2本立てれば)。

昨年は学びのある問もあったが今年は皆無であった。残念に思った受験生もいたことだろう。