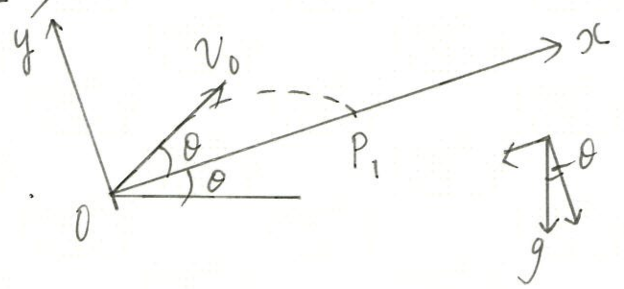
医学部専門予備校　クエスト　解答速報

日本医科大学　物理　　試験日 2 月 2 日（木）

〔I〕



$$\begin{pmatrix} v_x \\ v_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_0\cos\theta - g\sin\theta\cdot t \\ v_0\sin\theta - g\cos\theta\cdot t \end{pmatrix}$$

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

（ただし、v_y, y の式は OP_1 間のみのもの）

$\boxed{ア}$ $y=0$ とし、

$$t = \frac{2v_0\sin\theta}{g\cos\theta}\ (\equiv t_1) = 0.40\,\mathrm{s}$$

$$\overline{OP_1} = v_0\cos\theta\cdot\frac{2v_0\sin\theta}{g\cos\theta} - \frac{1}{2}g\sin\theta\,\frac{2^2v_0^2\sin^2\theta}{g^2\cos^2\theta}$$

$$= \frac{v_0^2\sin\theta}{g\cos^2\theta}$$

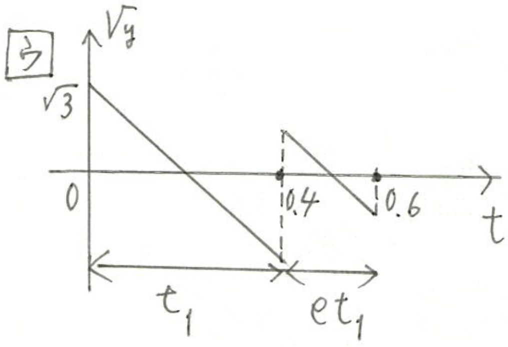
$$= \frac{4\times3\times\frac{1}{2}}{10\times\frac{3}{4}}$$

$$= 0.80\,\mathrm{m}$$

$\boxed{イ}$ $v_x = v_0\cos\theta - g\sin\theta\cdot\dfrac{2v_0\sin\theta}{g\cos\theta}$

$$= 1.0\,\mathrm{m/s}$$

$\boxed{ウ}$



$$t_2 = et_1$$

$$= 0.20\,\mathrm{s}$$

$\boxed{エ}$ $\overline{OP_2} = v_0\cos\theta\times(t_1+t_2) - \frac{1}{2}g\sin\theta(t_1+t_2)^2$

$$= 3\times\frac{3}{5} - \frac{1}{2}\times10\times\frac{1}{2}\times\left(\frac{3}{5}\right)^2$$

$$= 0.90\,\mathrm{m}$$

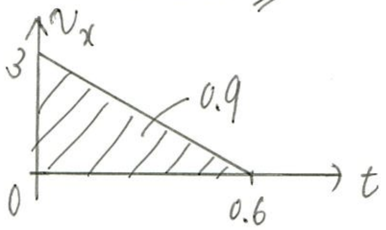
$\boxed{オ}$

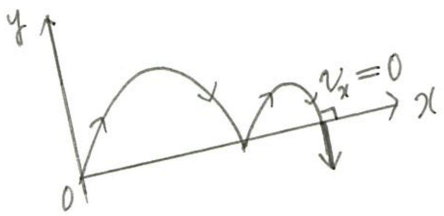
このとき、

$$v_x = v_0\cos\theta - g\sin\theta\cdot(t_1+t_2)$$

$$= 3 - 10\times\frac{1}{2}\times\frac{3}{5}$$

$$= \underline{0.0\ \mathrm{m/s}}$$





$$\therefore \overline{OP} = 0.9 - 0.1$$

$$= \underline{0.80\ \mathrm{m}}$$

or

xの式に$t=0.8$を代入し計算.

ひねりも何もないごくふつうの問題.
完答すべきレベル.

$\boxed{カ}$

$$T = t_1 + et_1 + e^2t_1$$

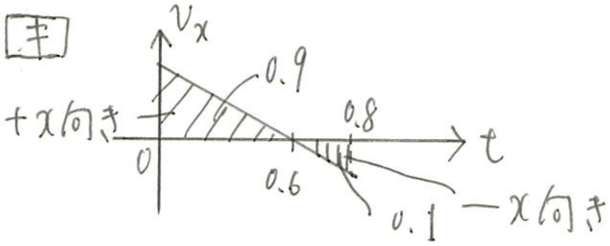
$$= t_1(1+e+e^2+\cdots)$$

$$= \frac{1}{1-e}t_1\ (\because 0 \leqq e < 1)$$

$$= \frac{1}{1-\frac{1}{2}}\times 0.40$$

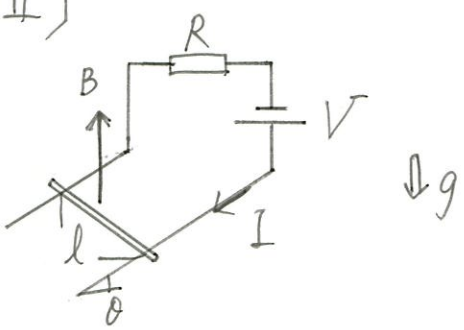
$$= \underline{0.80\ \mathrm{s}}$$

$\boxed{キ}$

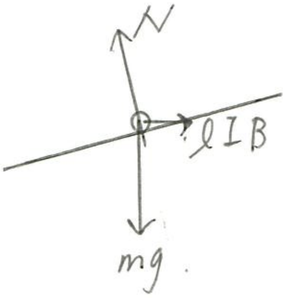


面積比 $3^2 : 1^2$

（Ⅱ）



ア



運動方程式（以下、EOMと略記）より、

$$0 = mg\sin\theta - lIB\cos\theta$$

回路方程式（以下、EOCと略記）より、

$$V = RI$$

$$\therefore V = \frac{mgR\tan\theta}{Bl}$$

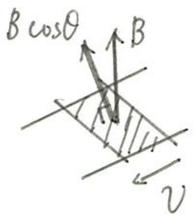
$$= \frac{1 \times 10 \times 1/\sqrt{3}}{1 \times 2/\sqrt{3}}$$

（本来なら単位をつけて書くべきですね。）

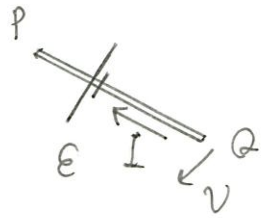
$$= 5\ \mathrm{V}$$

イ $\varepsilon = vBl\cos\theta$

$$= 1\ \mathrm{V}$$



ウ

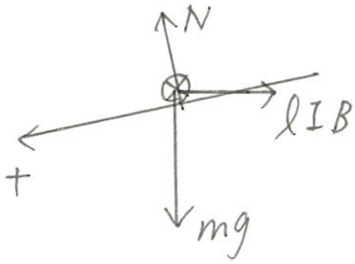


P ← Q

エ $I = \frac{\varepsilon}{R}$

$$= \frac{1}{10}\ \mathrm{A}$$

オ



$$F = mg\sin\theta - lIB\cos\theta$$

$$= 1 \times \frac{1}{2} - \frac{2}{\sqrt{3}} \times \frac{1}{10} \times 1 \times \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$= \frac{2}{5}\ \mathrm{N}$$

$\boxed{カ}$　$F=0$として、

$$mg\sin\theta = l\frac{\varepsilon}{R}B\cos\theta$$

$$\therefore\ 1\times\frac{1}{2} = \frac{2}{\sqrt{3}}\times\frac{1}{10}\times 1\times\frac{\sqrt{3}}{2}\times\underbrace{v\times 1\times\frac{2}{\sqrt{3}}\times\frac{\sqrt{3}}{2}}_{\varepsilon}$$

$$\therefore\ \varepsilon = 5\ \mathrm{m/s}$$

$\boxed{キ}$

$$\begin{cases} \mathrm{EOM}:\ 0 = mg\sin\theta - lIB\cos\theta \cdots ① \\ \mathrm{EOC}:\ RI = vBl\cos\theta \cdots ② \end{cases}$$

①×v + ②×I より、

$$RI^2 = mgv\sin\theta \quad (\leftarrow エネルギー保存則)$$

$$= 1\times 5\times\frac{1}{2}$$

$$= \frac{5}{2}\ \mathrm{W}$$

or　②に数値を代入してIを求め、

RI^2に代入してもよい。

〔I〕と同じく、完答すべきレベル。

〔III〕(1)

ア　エネルギー保存則より、

$$Q = P\Delta t = mc\Delta T$$

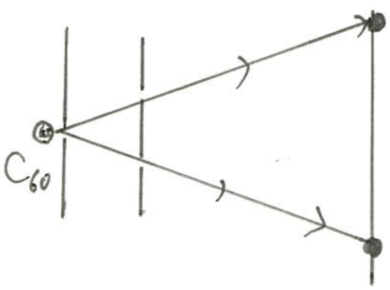
$$\therefore P = \frac{mc\Delta T}{\Delta t} = \frac{10^3 \times 4.2 \times (80-0)}{100} \approx \underline{3.4\ \mathrm{kJ/s}}$$

イ　エネルギー保存則より、

$$P\Delta t' = mc'\Delta T'$$

$$\therefore c' = \frac{P\Delta t'}{m\Delta T'} = \frac{3.36 \times 10^3 \times 12}{10^3(0-(-20))} \approx \underline{2.0\ \mathrm{J/(g \cdot K)}}$$

フラーレンが粒子性しか示さなければ、スクリーンは主に2ケ所しか明るくならないだろう。そうはなっていない(つまり、波動性ももっている)ことを扱った問題である。



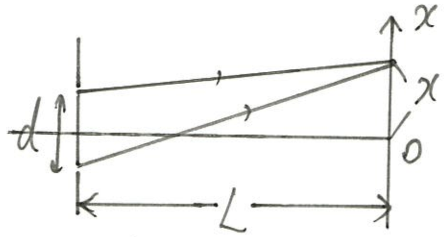
この2ケ所だけが明るくなりそうなものだが、そうはならない。(電子を使っても同じ)

(3)

オ

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{1.2 \times 10^{-24} \times 200} = 2.76\cdots \times 10^{-12} \approx \underline{2.8 \times 10^{-12}\ \mathrm{m}}$$

カ



光路差 $= \dfrac{dx}{L}$ ゆえ、干渉条件は、

$$\frac{dx}{L} = m\lambda$$

$$\therefore x = m\underbrace{\frac{L\lambda}{d}}_{\Delta x}$$

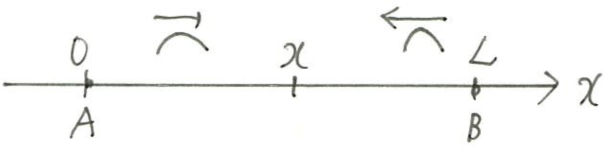
$$\Delta x = \frac{L\lambda}{d} = \frac{1.2 \times 2.76 \times 10^{-12}}{100 \times 10^{-9}} \approx \underline{3.3 \times 10^{-5}\ \mathrm{m}}$$

(2)

AとBは位相が$\frac{\pi}{2}$だけずれている。

A : $y = A\sin\omega t$ とすると、

B : $y = A\sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$ となる。



$x = x$ において、

・Aからの波は、

$$y_A = A\sin\underbrace{\omega\left(t - \frac{x}{v}\right)}_{\equiv\theta_1}$$

・Bから 〃

$$y_B = A\sin\underbrace{\left\{\omega\left(t - \frac{L-x}{v}\right) - \frac{\pi}{2}\right\}}_{\equiv\theta_2}$$

と表せる。

重ね合わせの原理より、$x = x$ での波の変位 y は、

$$y = A\sin\theta_1 + A\sin\theta_2$$

$$= 2A\sin\frac{\theta_1 + \theta_2}{2}\cos\frac{\theta_1 - \theta_2}{2}$$

$$= 2A\sin\frac{\omega\left(2t - \frac{L}{v}\right) - \frac{\pi}{2}}{2}\cos\frac{\omega\frac{L-2x}{v} + \frac{\pi}{2}}{2}$$

(AB間では定常波が生じている)

この定常波の振幅 B は、

$$B = 2A\left|\cos\frac{\omega\frac{L-2x}{v} + \frac{\pi}{2}}{2}\right|$$

である。$B = 0$ となるときを考えて、

$$\frac{\omega\frac{L-2x}{v} + \frac{\pi}{2}}{2} = \frac{\pi}{2} + m\pi$$

$$\Longleftrightarrow \frac{L-2x}{\lambda} + \frac{1}{2} = 2m + 1$$

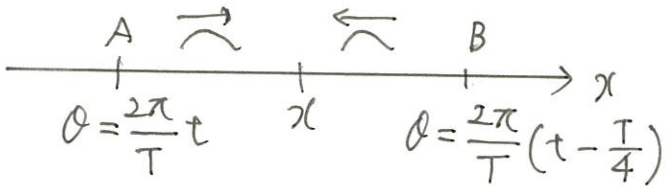
$$\therefore x = \frac{L}{24}(23 - 4m)$$

$0 \leqq x \leqq L$ の範囲で x が最小になるのは $m = 5$ のときである。

このとき、$x = \frac{L}{24} \times 3$

$$= \frac{L}{8}$$

(or) 三角関数の合成は大変なので位相差で考えてみる。



$x = x$ において、

Aからの波の位相 θ_A は、

・$\theta_A = \frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi}{\lambda}x$

Bから 〃 θ_Bは、

$$\cdot\ \theta_B = \frac{2\pi}{T}\left(t-\frac{T}{4}\right)-\frac{2\pi}{\lambda}(L-x)$$

と表せる。

$x=x$が節になるための条件は、

$$\theta_B-\theta_A=\pi+2\pi m$$

であることから、

$$-\frac{2\pi}{4}-\frac{2\pi}{\lambda}(L-2x)=\pi+2\pi m$$

$$\Leftrightarrow\ -\frac{1}{2}-\frac{2L}{\lambda}+\frac{4x}{\lambda}=2m+1$$

$$\therefore\ x=\frac{L}{24}(4m+15)$$

$0\leqq x\leqq L$のハンイで考えて、

$m=-3$のとき、xは最小値

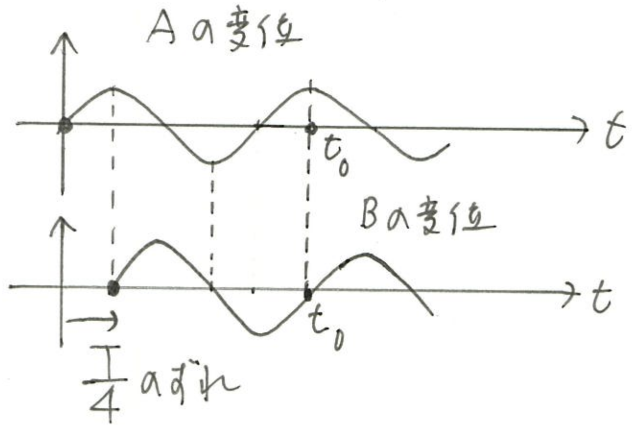
$$\frac{L}{24}(-12+15)=\frac{L}{8}$$

をとる。

（位相で考えることをオススメします）

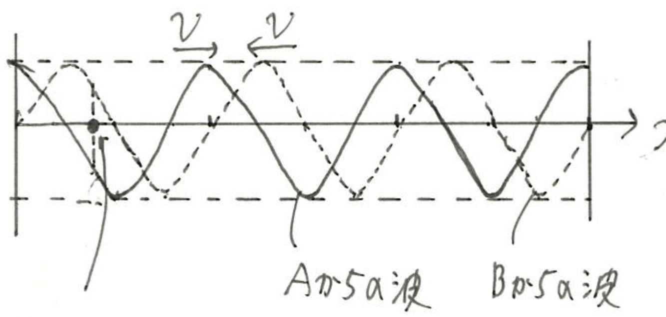
or 図で考える。

（これが一番難しい考え方では？）



たとえば上のような変位を考える。

それ、$t=t_0$のときの図を描く（下図）。



ここで$y_A+y_B=0$となりそう。

$$\sin\theta+\cos\theta=0$$

より、$\theta=\frac{3}{4}\pi$

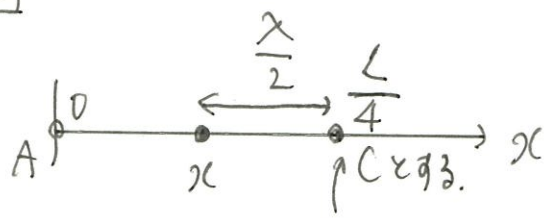
これを波長に換算して、

$$\frac{3}{4}\pi:2\pi=x:\lambda$$

$$\therefore\ x=\frac{3}{8}\lambda=L$$

$$=\frac{L}{8}$$

$\boxed{\text{I}}$



固定する

⇓

Cは節になる。

⇓

Cの左側 $\frac{\lambda}{2}$ のところにも節が現れる。

$$x = \frac{L}{4} - \frac{\lambda}{2}$$

$$= \frac{L}{4} - \frac{L}{6}$$

$$= \frac{1}{12}L$$

---

(3)は学びのある問題。ただし、受験生にとっては「ヤングの実験」の1つにすぎなかっただろうか。

(2) $\boxed{ウ}$ はやや応用的だろう。これは解けなくても差はつかない。図を描いてもよく分からない場合は定式化してみる。それが「物理」の強みである。(よく分からないからこそ定式化してみるという発想。)

(1)は定期テストレベル。

今 $\boxed{ロ}$ は80%以上正答した人が多数いたと思われる。少なくとも75%程度は正答したい。