

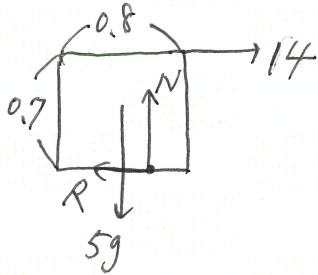
医学部専門予備校 クエスト 解答速報

杏林大学医学部 物理 試験日1月19日(金)



I

(1)



力のつり合いより、

$$\begin{cases} 0 = F - R \dots \textcircled{2} \\ 0 = N - 59 \dots \textcircled{1} \end{cases}$$

力のモーメントのつり合いより、

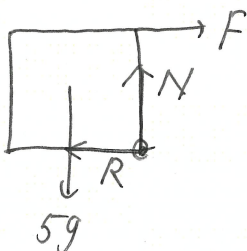
$$0 = 59 \times 0.4 - 14 \times 0.7 - N \cdot x \dots \textcircled{3}$$

(a) $\textcircled{2}$ より、 $x = 0.20 \text{ m}$
P1

(b) $F > \mu_0 N$ であるから、物体は滑り出す
 ので、 $\textcircled{2}$ $\textcircled{1}$ より、

$$F = R > \mu_0 \times 59 = 49 \mu_0$$
51

傾く直前では $x = 0$ であり、下図のようになる。



力のモーメントのつり合いより、

$$0 = 59 \times 0.4 - F \times 0.7$$

$$\therefore F = 28 \text{ N}$$

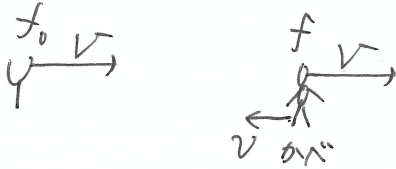
28

滑り出す	傾き出す	
$49 \mu_0$	28	F
$<$		

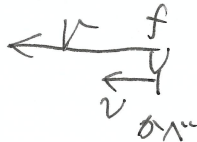
$$49 \mu_0 < 28$$

$$\therefore \mu_0 < \frac{28}{49} \approx 0.57$$
77

(2) $f_0 = 440 \text{ Hz}$, $V = 340 \text{ m/s}$
 $v = 10 \text{ m/s}$ とおす。



$$f = \frac{V+v}{V} f_0$$



$$V - v = f \lambda$$

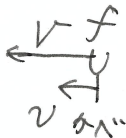
$$\therefore \lambda = \frac{V - v}{f}$$

$$= \frac{V - v}{V + v} \frac{V}{f_0}$$

$$= \frac{340 - 10}{340 + 10} \cdot \frac{340}{440}$$

$$\approx 0.73 \text{ m}$$

37



$$f' = \frac{V}{V - v} f$$

$$\textcircled{or} f' = \frac{V}{\lambda}$$

$$= \frac{340}{340 - 10} \cdot \frac{340 + 10}{340} \cdot 440$$

$$\approx 4.7 \times 10^2 \text{ Hz}$$

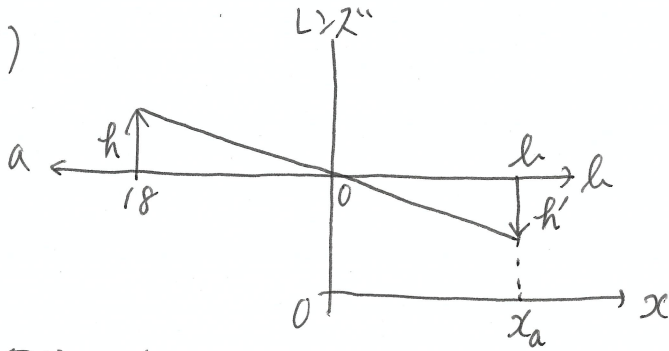
52

<講評>

いずれも典型問題(定期テストレベル)であり1問も落とせない。

II

(1)



写像公式より

$$\frac{1}{18} + \frac{1}{l} = \frac{1}{12}$$

$$\therefore l = 36 = x_a$$

PI

$$h' = \left| \frac{l}{a} \right| h$$

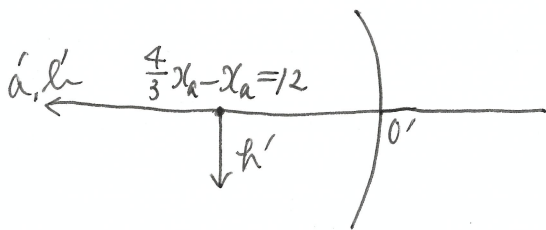
$$= \frac{36}{18} \times 2.5$$

$$= 5.0 \text{ cm}$$

PI

[1]

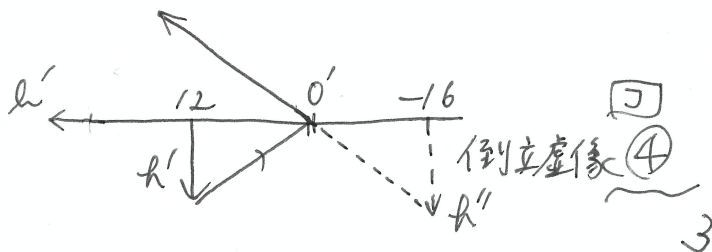
②



写像公式より

$$\frac{1}{12} + \frac{1}{l'} = \frac{1}{48}$$

$$\therefore l' = -16$$



[5]

④

3

$$\text{像の座標} = \frac{4}{3} x_a + 16$$

$$= 64 \text{ cm}$$

力

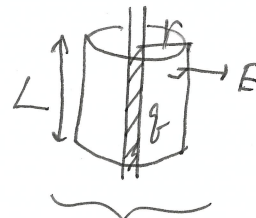
$$h'' = \left| \frac{l'}{a} \right| h'$$

$$= \left| \frac{-16}{12} \right| \cdot 5$$

$$\approx 6.7 \text{ cm}$$

7分

(2)



$$4\pi k_0 q = 4\pi k_0 \lambda L \text{ 本の電気力線}$$

[4]

④

ガウスの法則より

$$E \cdot S = 4\pi k_0 \lambda L$$

いま、 $S = 2\pi r L$ ゆえ、

$$E = \frac{4\pi k_0 \lambda L}{2\pi r L}$$

$$= k_0 \frac{2\lambda}{r}$$

[5]

⑤

(3) エネルギー準位 E_n は

$$E_n = -\frac{13.6}{n^2} \text{ eV}$$

と表せる。

振動数条件より、

$$\frac{hc}{\lambda} = (E_3 - E_2) \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ [J]}$$

$$\therefore \lambda = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{-13.6 \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{4} \right) \times 1.6 \times 10^{-19}}$$

$$\approx 6.6 \times 10^{-7} \text{ m}$$

スセ
√

振動数条件より、

$$E_n - E_1 = 10.2 \text{ [eV]}$$

$$\Leftrightarrow -\frac{13.6}{n^2} = -13.6 + 10.2$$

$$\therefore n = 2$$

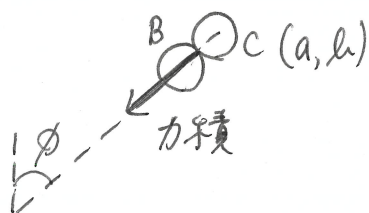
$$\boxed{2}$$

<講評>

これも典型問題。内容的には1問も落とせないが、(3)の数値計算が×ボウであり、完答は難しくたかも失われる。

III

- (a) BとCが衝突した直後にBが静止したことから、Bは衝突した向きと逆向きに力積を受けたと考えられる。



$$\therefore \tan \phi = \frac{a}{b}$$

(ア) ③

運動量保存則より、

$$\begin{cases} x: 0 = m(-v_A \sin \theta) + m v_B \sin \phi \\ y: m v_0 = m v_A \cos \theta + m v_B \cos \phi \end{cases}$$

(イ) ③ (ロ) ⑥

$$\therefore m v_A \sin \theta = m v_B \sin \phi$$

(ハ) ④ (ニ) ⑦

$e=1$ であることから力学的エネルギーが保存される。

$$\frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m v_A^2 + \frac{1}{2} m v_B^2$$

$$\therefore v_0^2 = v_A^2 + v_B^2 \quad (\text{三平方の定理成立})$$

見抜きにい。



$$\theta + \phi = \frac{\pi}{2}$$

(カ) ④

図 A

(b) 図 A より、

$$v_A = v_0 \sin \phi$$

(ク) ③

$$\begin{aligned} \text{また、} \cos \theta &= \cos \left(\frac{\pi}{2} - \phi \right) \\ &= \sin \phi \end{aligned}$$

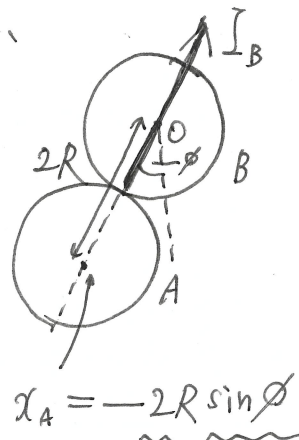
(ケ) ③

(c) 「 $e=1$ かつ質量が同じ」であることから速度交換が成立。

$$\therefore v_C = v_B = v_0 \cos \phi$$

(コ) ①

「Bが衝突した向き = 力積の向き」と考え、



$$x_A = -2R \sin \phi$$

(サ) ④

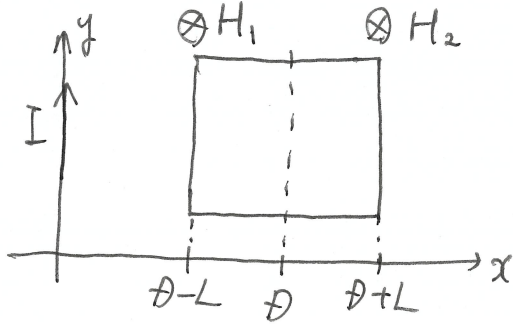
運動量の定理より、

$$\begin{aligned} I_B &= m v_B \quad (\leftarrow \Delta \vec{p} = \vec{I} \text{ より}) \\ &= m v_0 \cos \phi \end{aligned}$$

(タ) ①

IV

(a)

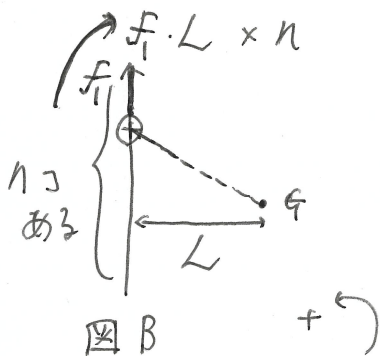
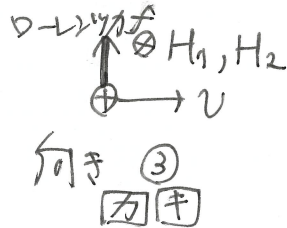


$$H_1 = \frac{I}{2\pi(D-L)} \quad \text{②} \quad \text{⑧}$$

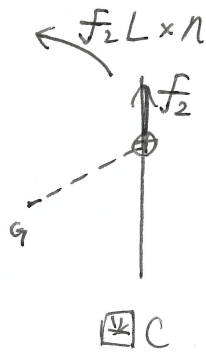
$$H_2 = \frac{I}{2\pi(D+L)} \quad \text{③} \quad \text{⑦}$$

向き
⑧
④
⑥
⑥

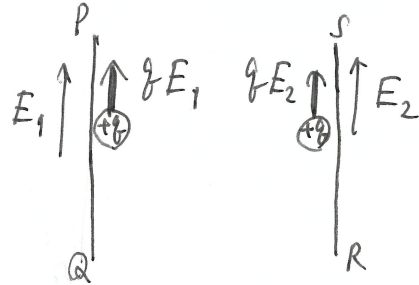
$$\begin{aligned} \text{ローレンツ力} &= qvB_1 \\ &= qv\mu H_1 \\ &\quad \text{①} \quad \text{④} \end{aligned}$$



$$M = n(f_2 - f_1)L \quad \text{⑦} \quad \text{⑦}$$



(b) (こんな問題が出るとは! 良い設定)



• PQ, SR には電場がある
• 磁場 H_1, H_2 はない

$$qE_1 = qv\mu H_1$$

$$\therefore E_1 = v\mu H_1 \quad \text{向き} \quad \text{③}$$

同様に考えて、

$$E_2 = v\mu H_2 \quad \text{向き} \quad \text{③}$$

⑤ ⑥ B と同じやり方、

$$\begin{aligned} M_1 &= n f_1 L \\ &= n q E_1 L \quad \text{②} \quad \text{向き} \quad \text{①} \end{aligned}$$

⑥ ⑦ C と同じやり方、

$$\begin{aligned} M_2 &= n f_2 L \\ &= n q E_2 L \quad \text{向き} \quad \text{②} \end{aligned}$$

(c) $v \Delta t$

$\Phi_1 = B_1 S$
 $= \mu H_1 \cdot 2L v \Delta t$ (増加) $\square \text{ ①}$

$\Phi_2 = B_2 S$
 $= \mu H_2 \cdot 2L v \Delta t$ (減少) $\square \text{ ②}$

$\Delta \Phi = \Phi_2 - \Phi_1$
 $\square \text{ ②}$

$\left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = 2 \mu v L |H_2 - H_1|$
 $= 2 \mu v L (H_1 - H_2) (\because H_1 > H_2)$

よって、 $\begin{cases} \mu E_1 = \mu v \mu H_1 \\ M_1 = n g E_1 L \end{cases}$

から、 $M_1 = n g v \mu H_1 L$

よって、 $\mu v L H_1 = \frac{M_1}{n g}$

同様に考え、

$\mu v L H_2 = \frac{M_2}{n g}$

よって、以上から、

$\left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = 2 \left(\frac{M_1}{n g} - \frac{M_2}{n g} \right)$
 $\square \text{ ⑥}$

⑦ どちらの方が考えやすい

$\left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = (E_1 - E_2) \cdot 2L \quad (\leftarrow \Delta \Phi = E \Delta x \text{ 電位差})$
 $= \left(\frac{M_1}{n g L} - \frac{M_2}{n g L} \right) \cdot 2L \quad (\because \square \text{ ⑤})$
 $= \frac{2(M_1 - M_2)}{n g}$

<講評>

III

大きさのある半物体どうしの衝突問題。衝突についての正しい理解がないと「 $\square \sim \square$ 」を答えて終わり、どうしても失点しない。 $\square \square \square \square$ $\square$ ができた人は、衝突を正しく理解していると思っていこう。最も差のついて問題だと思われる。

(類題 2015 東邦)

IV

(b) の設定は面白い。観測者の運動によって現れる場が変わるのだが、それを理解して上で解いた人がどれだけいたのだろうか。そういう受験生がいたことには素晴らしい!

(a) と (c) は、(b) と比べれば考えやすい問題だと思われる。

12~15 分間で 9 割程度は正答したレベルの内容。

(類題 2014 愛知医科、1717、愛知医科の方がずっと「高級」であり良問。)