

医学部専門予備校 クエスト 解答速報

埼玉医科大学 (後期) 物理

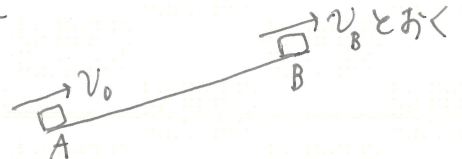
試験日 3月1日 (土)



①

問1 $mg \cos \theta$
① ③

問2

(1) 
運動量の定理 ($\Delta \vec{p} = \vec{I}$) より,
$$mv_B - mv_0 = -mg \sin \theta \cdot t - \mu' mg \cos \theta \cdot t$$

$$\therefore v_B = v_0 + g(-\sin \theta \cdot t - \mu' \cos \theta \cdot t)$$

② ③ ③ ⑧

(2)

エネルギーの定理 ($\Delta K = W$) より,
運動エネルギー変化分 $\Delta K = -mgL \sin \theta - \mu' mg \frac{L}{2} \cos \theta$
$$\therefore \text{減少分} = -\Delta K$$

$$= mgL \left(\sin \theta + \mu' \frac{\cos \theta}{2} \right)$$

④ ③ ⑤ ②

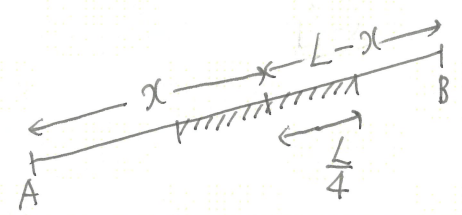
(3)

(2) より,
$$\frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv_B^2 = mgL \left(\sin \theta + \mu' \frac{\cos \theta}{2} \right)$$

$$\therefore v_B = \sqrt{v_0^2 + gL(-2\sin \theta + \mu'(-\cos \theta))}$$

⑥ ⑦ ⑦ ④

問3



エネルギー保存則より,
$$-mg(L-x) \sin \theta = -\mu' mg \frac{L}{4} \cos \theta$$

力学的エネルギーの変化分 摩擦力がした仕事
$$\therefore x = \frac{1}{4} \left(4 - \frac{\mu}{\tan \theta} \right) L$$

⑧ ⑤

問4

(1) エネルギー保存則より,
$$2mgr - \frac{1}{2}mv_0^2 = -\mu' mg \frac{L}{2} \cos \theta$$

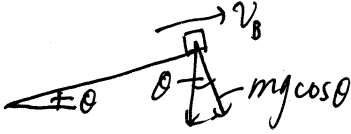
点Cでの 点A 重力がした仕事
力学的エネルギー

$$\therefore v_0 = \sqrt{g(2r + \mu' L \cos \theta)}$$

⑨ ②

(2)

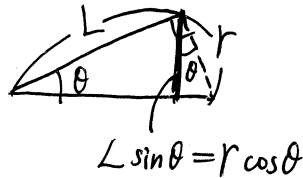
BからCへ移動する間に、小物体が円弧から最も離れやすいのはBである。



Bにおける垂直抗力と0とし運動方程式を立てると、

$$m \frac{v_B^2}{r} = mg \cos \theta$$

$$\therefore v_B = \sqrt{gr \cos \theta} = \sqrt{gL \sin \theta}$$



v_B がこれより大きくなると、小物体はBで面から離れる。

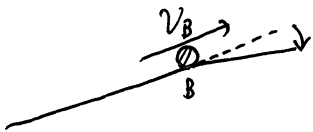
向2(3)の答えを用いて、

$$\sqrt{v_0^2 + gL(-2 \sin \theta + \mu'(-\cos \theta))} \leq \sqrt{gL \sin \theta}$$

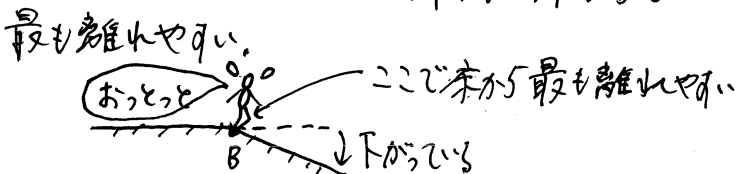
$$\therefore v_0 \leq \sqrt{gL(\underbrace{3 \sin \theta}_{(10) \text{ ⑥}} + \underbrace{\mu' \cos \theta}_{(11) \text{ ②}})}$$

※ Bで最も離れやすいことの説明

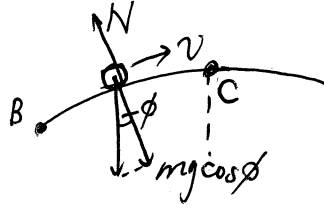
①



小物体は、慣性で斜面方向に運動しようとする。ところがBで斜面の傾きが小さくなっているため、小物体にとってはいわば「床が急に下がった」かのように感じている。このことから、小物体はBで最も離れやすい。



②



運動方程式より、

$$m \frac{v^2}{r} = mg \cos \phi - N$$

$$\therefore N = mg \cos \phi - m \frac{v^2}{r}$$

B → C において、 $\cos \phi$ は増加

v^2 は減少

$\Rightarrow -v^2$ は増加

つまり、B → C において、N は大きくなっていく。

つまり、BでNは最小。

(3)

(1) と (2) から、

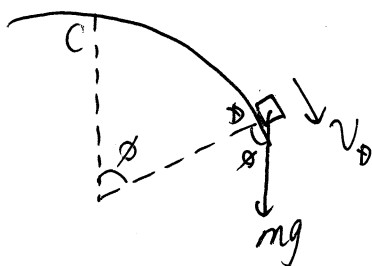
$$\sqrt{g(2r + \mu' L \cos \theta)} \leq \sqrt{gL(3 \sin \theta + \mu' \cos \theta)}$$

$L \sin \theta = r \cos \theta$ であることも考慮し、

$$\cos \theta \geq \frac{2}{3}$$

(12) ⑥

(4)



Dにおける運動方程式より、

$$m \frac{v_D^2}{r} = mg \cos \theta$$

また、エネルギー保存則より、

$$\frac{1}{2} m v_D^2 + mg r \cos \theta = \frac{1}{2} m v_0^2 + mg h$$

2式から v_D^2 を消し、向(3)で求めた v_D の値を代入し、

$$\begin{aligned} v_0^2 + gL(-2\sin\theta - \mu\cos\theta) + 2gr\cos\theta \\ = \underbrace{gr\cos\theta}_{L\sin\theta} + 2gh \\ = gr\cos\theta + 2gh \end{aligned}$$

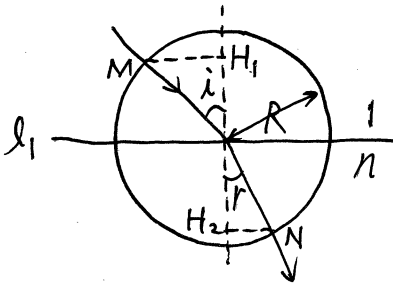
$$\therefore h = \frac{1}{3g} (v_0^2 - \mu g L \cos \theta)$$

13 ⑧

内容は基本～標準であるが、量が70分程度で解けるのは難しい。「どこで最も離れやすいか」がすぐに見抜けた人は、円運動について深く勉強してきたと思われる。

2

問1



屈折の法則より、

$$\sin \lambda = n \sin r$$

$$\therefore n = \frac{\sin \lambda}{\sin r} = \frac{MH_1/R}{NH_2/R}$$

$$\approx 1.77$$

[14] ~ [16]

$$\sqrt{n^2 - \sin^2 \lambda} > 1$$

$$\therefore \sin \lambda < \sqrt{n^2 - 1}$$

[17] ⑥

問3

$$0 < \sin \lambda < \sqrt{n^2 - 1}$$

より、

$$\sin^2 \lambda < n^2 - 1 \dots \textcircled{*}$$

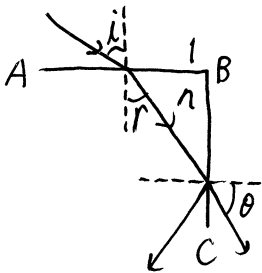
$$n = 1.46 \text{ を代入すると、} n^2 - 1 \approx 1.13$$

$n = 1.46$ であり、 $n = 1.45$ であり、入射角 λ は $\textcircled{*}$ を満たしている。

つまり、 λ の値にかかわらず、BC面で全反射する。

[18] ②

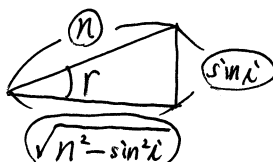
問2



屈折の法則より、

$$\begin{cases} AB \text{ 面: } \sin \lambda = n \sin r \\ BC \text{ 面: } n \cos r = \sin \theta \end{cases}$$

$$\sin r = \frac{\sin \lambda}{n}$$



$$\therefore \sin \theta = n \cdot \frac{\sqrt{n^2 - \sin^2 \lambda}}{n}$$

$\sin \theta > 1$ であり、BC面で全反射するので、

問4

写像公式より、

$$L_1: \frac{1}{a} + \frac{1}{l_1} = \frac{1}{f_1}$$

$$\therefore l_1 = \frac{af_1}{a - f_1}$$

[19] ②

問 5

(1) $A'B'$ が L_1, L_2 間にできるための条件は、

$$\begin{aligned} l_1 &< d \\ \Leftrightarrow \frac{af_1}{a-f_1} &< d \\ \therefore \frac{df_1}{d-f_1} &< a \end{aligned}$$

また、 $A'B'$ が虚像であるための条件は、

$$h_2 > 0$$

ここで、写像公成より、

$$L_2: \frac{1}{d-l_2} + \frac{1}{-l_2} = \frac{1}{f_2} \dots \textcircled{8}$$

$$\therefore l_2 = \frac{(d-l_1)f_2}{f_2 - (d-l_1)} > 0$$

$$d - b_1 > 0 \text{ である.}$$

$$f_2 - (d - h_1) > 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{af_1}{a-f_1} > d-f_2$$

$$\Leftrightarrow af_1 > (d-f_2)(a-f_2) \quad (\because a-f_1 > 0)$$

$$\Leftrightarrow a(f_1 - d + f_2) > -f_2(d - f_2)$$

$$\therefore a < \frac{f_1(d-f_2)}{d-(f_1+f_2)} \quad (\because f_1+f_2-d < 0)$$

以上0.5, 20 8

(2) ⑤と h_2 について解いて、

$$l_2 = \frac{d - l_1}{f_2 + l_1 - d} f_2$$

21

3

問6 字像公式を、

$$\int L_1: \frac{1}{a} + \frac{1}{d-s} = \frac{1}{f_1} \dots \textcircled{ii}$$

$$L_2: \frac{1}{s} + \frac{1}{-(D-f_2)} = \frac{1}{f_2} \dots \textcircled{2}$$

Qns, $s = \frac{D - f_2}{D} f_2$

22 ③

$$m_2 = \frac{D - f_2}{S}$$

$$= \frac{D}{f_2} \quad (\because \boxed{22} \textcircled{3})$$

23 (5)

$$m_1 = \frac{d-s}{a}$$

222, ① 24,

$$\frac{1}{a} = \frac{d-s-f_1}{f_1(d-s)}$$

$$\therefore m_1 = \frac{d-s-f_1}{f_1}$$

24
9

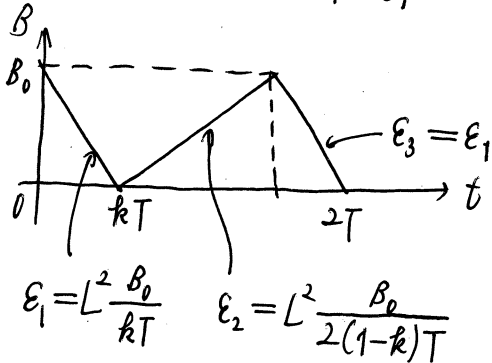
本問も①と同様、とくにひねりのない内容
であった。15分で解き切った人多いと思われる。

3

問1 25 ⑤

問2

誘導起電力の大きさ $\mathcal{E} = L^2 \left| \frac{dB}{dt} \right|$



$$(1) I_1 = \frac{\mathcal{E}_1}{r} = \frac{1}{kr} \frac{B_0 L^2}{T}$$

26 ⑧

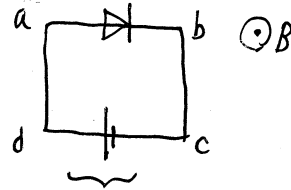
$$(2) H_1 = r I_1^2 kT = \frac{1}{k} \frac{B_0^2 L^4}{rT}$$

27 ③

$$(3) H_{\text{全}} = H_1 \times 2 + \frac{\mathcal{E}_2^2}{r} kT = \frac{B_0^2 L^4}{rT} \left(\frac{2}{k} + \frac{1}{2(1-k)} \right) = \frac{4-3k}{2k(1-k)} \frac{B_0^2 L^4}{rT}$$

28 ⑦

問3

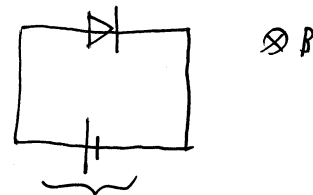


誘導起電力の向きが逆なのは $kT \sim (2-k)T$ の間。
 したがって、LEDが光るための条件は、

$$\mathcal{E}_2 > V_0 \Leftrightarrow \frac{B_0 L^2}{2(1-k)T} > V_0 \therefore B_0 > 2(1-k) \frac{V_0 T}{L^2}$$

29 ⑤

カードDの裏面と上に設置
 $\Rightarrow B$ の向きを $\odot$ から $\otimes$ と考えるのと同じ



誘導起電力の向きが逆なのは B が減っているとき。
 つまり、 $0 \sim kT$ と $(2-k)T \sim 2T$ のとき。

このとき、LEDが光らないための条件は、

$$\mathcal{E}_1 \leq V_0 \Leftrightarrow \frac{B_0 L^2}{kT} \leq V_0 \therefore B_0 \leq k \frac{V_0 T}{L^2}$$

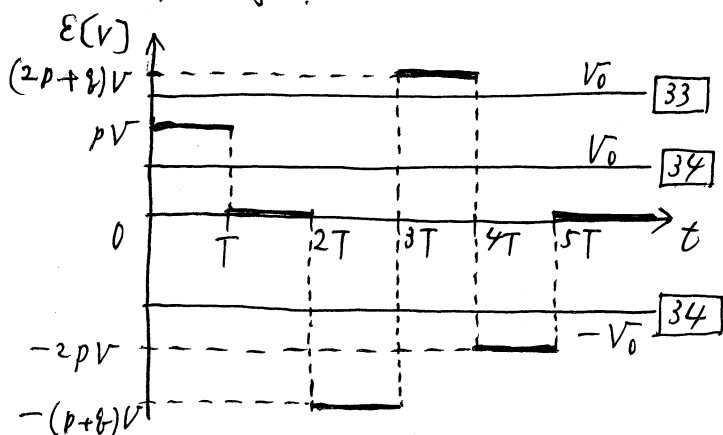
30 ②

問4

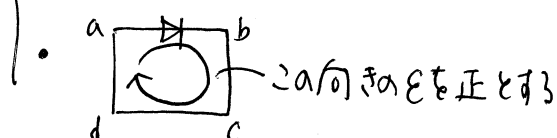
(1) ② と ⑥
[31]

(2) $\mathcal{E} = v B L$ と考えると、[32] に入るのは、
① ③ ⑤ ⑦

問5 $\mathcal{E}-t$ グラフをかくと考えると、
矢印は、



$$\bullet T \equiv \frac{L}{v}, V \equiv v B_1 L$$



[33] 題意を満たすための条件は、

$$(2p+g)V > V_0$$

$$\Leftrightarrow (2p+g)v B_1 L > V_0$$

$$\therefore v > \frac{1}{2p+g} \frac{V_0}{B_1 L}$$

⑤

[34] 題意を満たすための条件は、

$$\begin{cases} pV > V_0 & (\mathcal{E} > V_0) \\ \text{かつ} \\ -2pV < -V_0 & (|\mathcal{E}| > V_0) \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} p v B_1 L > V_0 \\ \text{かつ} \\ 2p v B_1 L > V_0 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} v > \frac{1}{p} \frac{V_0}{B_1 L} \\ \text{かつ} \\ v > \frac{1}{2p} \frac{V_0}{B_1 L} \end{cases}$$

$$\therefore v > \frac{1}{p} \frac{V_0}{B_1 L}$$

⑤

3問中最も解きにくかったのではないかと推測する。とはいえ、レベルは標準的である。問5は本試験で最も面白い問だったと思われる。解けた人はお見事である。

どの大問も問題数が多すぎ、75~90分用の量であった。