

〔平成 29 年度 前期日程〕

物 理 (地域デザイン科学部・  
工学部・農学部)

## 解 答 用 紙 (その 1)

## 第 1 問

問 1

反発係数  $e = 1$  と  $v_b = 0$  より, 次式が成立.

$$1 = e \equiv -\frac{v'_a - v'_b}{v_a - v_b} = \frac{-v'_a + v'_b}{v_a}$$

$$v_a = -v'_a + v'_b$$

問 2

衝突直前と直後の運動量を等値すると, 次式が成立.

$$Mv_a + 1 \cdot 0 = Mv'_a + 1 \cdot v'_b$$

$$Mv_a = Mv'_a + v'_b$$

問 3

小球 A について, 初期状態の位置エネルギーと, 衝突直前の運動エネルギーを等値すると,

$$0.5Mg = \frac{1}{2}Mv_a^2$$

より  $g = v_a^2$  となるが, 衝突前の小球 A の速度は正.

$$v_a = \sqrt{g}$$

解答欄は裏面に続く

点

第 1 問	第 2 問	第 3 問	第 5 問	総 点
点	点	点	点	点

問 4

(問1)と(問2)から  $v'_a$  を消去するため、(問1)× $M$  と (問2) を辺々足すと、次式となる。

$$2Mv_a = Mv'_b + v'_b = (M+1)v'_b$$

$$\therefore v'_b = \frac{2M}{M+1}v_a = \frac{2M}{M+1}\sqrt{g}$$

$$v'_b = \frac{2M}{M+1}\sqrt{g}$$

問 5

小球 B について、(衝突直後の運動エネルギー) = (水平面 Q での位置エネルギー) が要請される。

式で表すと、(衝突直後の運動エネルギー) - (水平面 Q での位置エネルギー) = 0 より、

$$\frac{1}{2}v'_b{}^2 - 1 \cdot g \cdot 1 = \frac{1}{2} \frac{4M^2}{(M+1)^2} g - g = \frac{2M^2 - M^2 - 2M - 1}{(M+1)^2} g = \frac{M^2 - 2M - 1}{(M+1)^2} g = 0$$

分母と  $g$  は正だから、 $M$  は  $M^2 - 2M - 1 = 0$  を満たす。これを解くと、 $M = 1 \pm \sqrt{2}$  となるが、質量  $M$  は正。

$$M = 1 + \sqrt{2}$$

物 理 ( 地域デザイン科学部・  
工学部・農学部 )  
解 答 用 紙 ( その 2 )

第2問



解答欄は裏面に続く

ア  $\sqrt{L^2 + \left(x_p - \frac{d}{2}\right)^2}$

イ  $\sqrt{L^2 + \left(x_p + \frac{d}{2}\right)^2}$

ウ  $L \left( 1 + \frac{1}{2} \frac{\left(x_p - \frac{d}{2}\right)^2}{L^2} \right)$

エ  $L \left( 1 + \frac{1}{2} \frac{\left(x_p + \frac{d}{2}\right)^2}{L^2} \right)$

オ  $\frac{x_p d}{L}$

点

カ

$$\frac{m\lambda L}{d}$$

キ

$$\frac{\lambda L}{d}$$

ク

$$(n-1)t$$

ケ

$$\frac{x_p d}{L} - (n-1)t$$

コ

$x$  の正の方向

サ

$$\frac{(n-1)\lambda L}{d}$$

受験番号					
------	--	--	--	--	--

[平成 29 年度 前期日程]

物 理 (地域デザイン科学部・工学部・農学部)

解答用紙(その 3)

第 3 問

問 1


$$p_A = p_0$$

$$V_A = \frac{T_A}{T_0} V_{A0}$$

$$\Delta U_A = n_A C_V (T_A - T_0)$$

問 2


$$p_B = \frac{T_B}{T_0} p_0$$

$$\Delta U_B = n_B C_V (T_B - T_0)$$

(解答欄は裏面に続く)

点
---

---

問3

$$p = \frac{p_A V_A + p_B V_B}{V_A + V_B}$$

$$T = \frac{n_A T_A + n_B T_B}{n_A + n_B}$$

---

問4

$$p_1 = \frac{Mg}{a} + p$$

$$V_{\Delta 1} = \frac{a(n_A + n_B)RT}{Mg + ap} - V_B$$

---

[平成 29 年度 前期日程]

# 物 理

( 地域デザイン科学部・  
工学部 )

解 答 用 紙 ( その 4 )

## 第 4 問

### 問 1 (1)

空気部分の電気容量  $C_a$ , 誘電体部分の電気容量  $C_d$  とすると, 以下のように表される。

$$C_a = \epsilon_0 \frac{\pi r^2}{d-h} \quad (1), \quad C_d = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{\pi r^2}{h} \quad (2)$$

合成容量  $C_1$  は,  $C_a$  と  $C_d$  の直列接続とみなせる。よって,

$$\frac{1}{C_1} = \frac{1}{C_a} + \frac{1}{C_d}, \quad C_1 = \frac{C_a C_d}{C_a + C_d} \quad (3)$$

式(1), (2)を式(3)に代入して整理すると,

$$C_1 = \frac{\epsilon_0 \frac{\pi r^2}{d-h} \cdot \epsilon_r \epsilon_0 \frac{\pi r^2}{h}}{\epsilon_0 \frac{\pi r^2}{d-h} + \epsilon_r \epsilon_0 \frac{\pi r^2}{h}} = \frac{\epsilon_0 \frac{\pi r^2}{d-h} \epsilon_r \epsilon_0 \frac{\pi r^2}{h}}{\epsilon_0 \pi r^2 \left( \frac{1}{d-h} + \frac{\epsilon_r}{h} \right)} = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 \pi r^2}{\epsilon_r (d-h) + h}$$

$$C_1 = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 \pi r^2}{\epsilon_r (d-h) + h}$$

### 問 1 (2)

コンデンサーの電気容量  $C_1$  [F], 電荷は  $Q$  [C] であるので, その静電エネルギー  $U$  は次式で求められる。

$$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C_1} = \frac{1}{2} \frac{\epsilon_r (d-h) + h}{\epsilon_r \epsilon_0 \pi r^2} Q^2$$

$$U = \frac{1}{2} \frac{\epsilon_r (d-h) + h}{\epsilon_r \epsilon_0 \pi r^2} Q^2$$

解答欄は裏面に続く

点

問1 (3)

$Q = CV$ ,  $E = V/d$  の関係式より, 空気部分の電位差  $V_a$ , 誘電体部分の電位差  $V_d$  とすると, 以下のように表される。

$$V_a = \frac{Q}{C_a} = E_1(d-h) \quad (4), \quad V_d = \frac{Q}{C_d} = E_2h \quad (5)$$

式(4), 式(5)より, 次式が得られる

$$Q = E_1(d-h)C_a = E_2hC_d$$

したがって,

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{hC_d}{(d-h)C_a} = \frac{h}{d-h} \frac{\epsilon_r \epsilon_0 \frac{\pi^2}{h}}{\epsilon_0 \frac{\pi^2}{d-h}} = \frac{h}{d-h} \frac{\epsilon_r \epsilon_0}{\epsilon_0} \frac{\pi^2}{h} \frac{d-h}{\pi^2} = \epsilon_r$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \epsilon_r$$

問2 (1)

空気部分の電気容量  $C_a$ , 誘電体部分の電気容量  $C_d$  とすると, 以下のように表される。

$$C_a = \epsilon_0 \frac{ab}{2s} \quad (6), \quad C_d = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{ab}{2s} \quad (7)$$

合成容量  $C_2$  は,  $C_a$  と  $C_d$  の並列接続とみなせる。よって, 次式で求められる。

$$C_2 = C_a + C_d \quad (8)$$

式(6), (7)を式(8)に代入して整理すると,

$$C_2 = \epsilon_0 \frac{ab}{2s} + \epsilon_r \epsilon_0 \frac{ab}{2s} = \frac{(1 + \epsilon_r) \epsilon_0}{2} \frac{ab}{s}$$

$$C_2 = \frac{(1 + \epsilon_r) \epsilon_0}{2} \frac{ab}{s}$$

問2 (2)

まず, 平行板と同形状の誘電体が挿入された時の電気容量は, 次式で求められる。

$$C_d = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{ab}{s} = \epsilon_r C \quad (9)$$

また, 流れる電流が最大になるときは, 回路が共振している時である。誘電体挿入前, 挿入後の共振周波数をそれぞれ  $f_0, f_1$  とすると,

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (10), \quad f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_d}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\epsilon_r C}} = f_0 \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}} \quad (11)$$

式(11)より, 比誘電率  $\epsilon_r$  は次式で求められる。

$$\epsilon_r = \left(\frac{f_0}{f_1}\right)^2 = \left(\frac{220}{100}\right)^2 = \left(\frac{11}{5}\right)^2 = 4.84 \cong 4.8$$

$$\epsilon_r = 4.8$$